



بلایای طبیعی

زلزله، آتشفشان، طوفان، گردباد، سیل و خشکسالی

۹

هانس رایشهارت • ترجمهٔ بهروز بیضایی



بسم الله الرحمن الرحیم



بلایای طبیعی

زلزله، آتشفشان، طوفان، گردباد، سیل و خشکسالی

نویسنده: هانس رایشهارت

ترجمهٔ بهروز بیضایی

به انتخاب و کوشش رضا هاشمی‌نژاد

تصویرسازان: آنه ـ لیزا یهمه وگرد ورنر

ویراستار ادبی: مهروش طهوری



هنگامی که در سال ۱۹۷۳ کوه آتشفشان هلگافیل در ایسلند فوران کرد، بسیاری از خانه‌های بندر کوچک وستمانیار از بین رفتند.

پیشگفتار

ما خیلی علاقه‌مندیم که باور کنیم زمین را به زانو در آورده‌ایم و مغلوب کرده‌ایم. البته ظاهراً حق داریم. در سطح سیّارهٔ خود، جاده‌ها و خیابانها و خطوط راه‌آهن بسیاری ساخته‌ایم. با کندن زمین، از آن نفت استخراج می‌کنیم و با هواپیماهای خود، آنچنان به آسمان می‌رویم که گویی نیروی جاذبهٔ زمین وجود ندارد. ولی علی‌رغم تمام این خودپسندیها، زمین صبورانه آرامش خود را حفظ می‌کند. شاید به همین دلیل عادت داریم زیستگاه خاکیمان را از سرِ سپاسگزاری «مادر زمین» بخوانیم، زیرا او تمام چیزهایی را که برای زندگی به آنها نیاز داریم به ما می‌دهد.

این تصویر ظاهراً خیلی فریبنده است، امّا زمین به هیچ وجه آن‌سان که ما می‌پنداریم، آرام، بردبار، مهربان و خوشرو نیست. در درونِ آن توده‌های مذاب، جوشان‌اند. در آب اقیانوسهایش نیروهای عظیمی نهفته و در کمین‌اند. دور آن طوفانها و جریانهای شدید هوا به این سو و آن سو می‌روند و اغلب ماجراهای مرگباری را برای ما به همراه دارند.

زمین گاه‌گاه نشانه‌هایی از نیروی هولناک خود را به نمایش می‌گذارد. زمانی کوهی منفجر می‌شود و میلیونها تُن گدازهٔ سوزان و مذاب آتشفشانی را به هوا پرتاب می‌کند. زمانی دیگر زمین می‌لرزد و ساختمانهای بزرگ را چون خانه‌های مقوّایی در هم می‌ریزد و هنگامی دیگر امواج سهمگین و طوفانهای عظیم، نیروی لگام گسیختهٔ خود را نشان می‌دهند. این حوادث هزارها و گاهی صدها هزار انسان را به کام مرگ می‌برند.

در این کتاب از مجموعهٔ چرا و چگونه، دربارهٔ بلایای طبیعی سخن به میان آمده است. در این کتاب با استفاده از عکسها و نقّاشیهای فراوان، بزرگترین بلایایی که انسان از آنها لطمه دیده است، بیان و توصیف می‌شود. خواننده در می‌یابد که این بلایا چگونه اتّفاق می‌افتند و چگونه انسان - اگر بخت یارش باشد - می‌تواند خود را در برابر آنها محافظت کند.

این کتاب همچنین نشان می‌دهد که فعّالیتهای کرهٔ خاکی ما چقدر غیرقابل پیش‌بینی است. درست همزمان با چاپ متن آلمانی این کتاب، زلزلهٔ شدیدی بلژیک، هلند و ایالت راین شمالی - وستفالیای آلمان را تکان داد. این مناطق تا پیش از آن جزو سرزمینهای ایمن از زلزله به شمار می‌آمدند.

زمین هرچه را که برای زیستن بدان نیاز داریم به ما هدیه می‌کند و به این خاطر باید سپاسگزار آن باشیم. از سوی دیگر، نیروهای طبیعت در هر زمان و هر مکان می‌توانند ما را تهدید کنند و این سبب می‌شود که حقیرانه در برابر این نیروها سر تعظیم و احترام فرود آوریم.



کتابهای بنفشه
واحد کودکان و نوجوانان
مؤسسه انتشارات قدیانی

تهران، صندوق پستی: ۱۷۹۳ - ۱۳۱۴۵، تلفن: ۶۶۴۰۴۴۱۰ (۵ خط)، دورنگار: ۶۶۴۰۳۲۶۴

◆ بلایای طبیعی / چرا و چگونه؟ـ ۹

این اثر ترجمه‌ای است از کتاب:

Naturkatastrophen

◆ هانس رایشهارت

◆ مترجم: بهروز بیضایی

◆ ویراستار: مهروش طهوری

◆ تصویرسازان: آنه لیزا یهمه، گردورنر

◆ زیر نظر شورای بررسی

◆ چاپ هفتم: ۱۳۸۵

◆ تعداد: ۲۲۰۰ نسخه

◆ شابک: ۷ـ ۰۶۸ـ ۴۱۷ـ ۹۶۴ ISBN: 964 - 417 - 068 - 7

◆ کد: ۷۴/۲۱۸

◆ چاپ و صحافی: چاپخانه قدیانی، تهران

رایشهارت، هانس، ۱۹۰۸ - UReichardt, Hans

بلایای طبیعی زلزله، آتشفشان، طوفان، گردباد، سیل و خشکسالی/ نویسنده هانس رایشهارت؛ ترجمه بهروز بیضایی؛ به انتخاب و کوشش رضا هاشمی‌نژاد؛ تصویرسازان آنه - لیزا یهمه و گردورنر؛ ویراستار ادبی مهروش طهوری . ـــ تهران : قدیانی، کتابهای بنفشه ، ۱۳۷۴ .

۴۸ ص . : مصور (بخشی رنگی)، نقشه (بخشی رنگی)، نمودار .ــ (چرا و چگونه؛ ۹)

ISBN 964-417-068-7

فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا (فهرستنویسی پیش از انتشار) .

عنوان به آلمانی : .Naturkatastrophen

چاپ هفتم : ۱۳۸۵

۱ . کودکان -- دایره‌المعارفها . ۲ .بلاهای طبیعی -- ادبیات نوجوانان . الف .بیضائی محمدآبادی، بهروز، ۱۳۲۷ - ، مترجم . ب .عنوان . ج .فروست .

۴چ/AG۳۶ ۰۳۹[ج]

ج . ۹

۱۳۷۴

کتابخانه‌ملی ایران ۷۵-۳۱۴۷/۷۶م

فهرست مطالب



زلزله

در اوّل نوامبر سال ۱۷۵۵ (۱۰ آبان ۱۱۳۴ هـ . ش.) شهر کاتولیک لیسبون[۱] - پایتخت کشور پرتغال - مثل هر سال خود را برای جشن «روز حواریّون»[۲] آماده می‌کرد. خیابانها آذین‌بندی شده بودند و در کلیساها جمعیّت موج می‌زد. مسیحیان می‌خواستند پس از مراسم دعا و نیایش، طی یک راهپیمایی مذهبی شکوهمند، تصاویر حواریّون را در خیابانهای شهر حمل کنند.

چرا لیسبون نابود شد؟

ولی این راهپیمایی مذهبی صورت نگرفت. در ساعت نُه و بیست دقیقهٔ صبح تمام شهر شروع به لرزیدن

---

۱) Lissabon

۲) All Saints Day روزی که مسیحیان کاتولیک آن را به افتخار تمام حواریّون مسیح (ع) جشن می‌گیرند و برابر با اول نوامبر هر سال است ـ م.

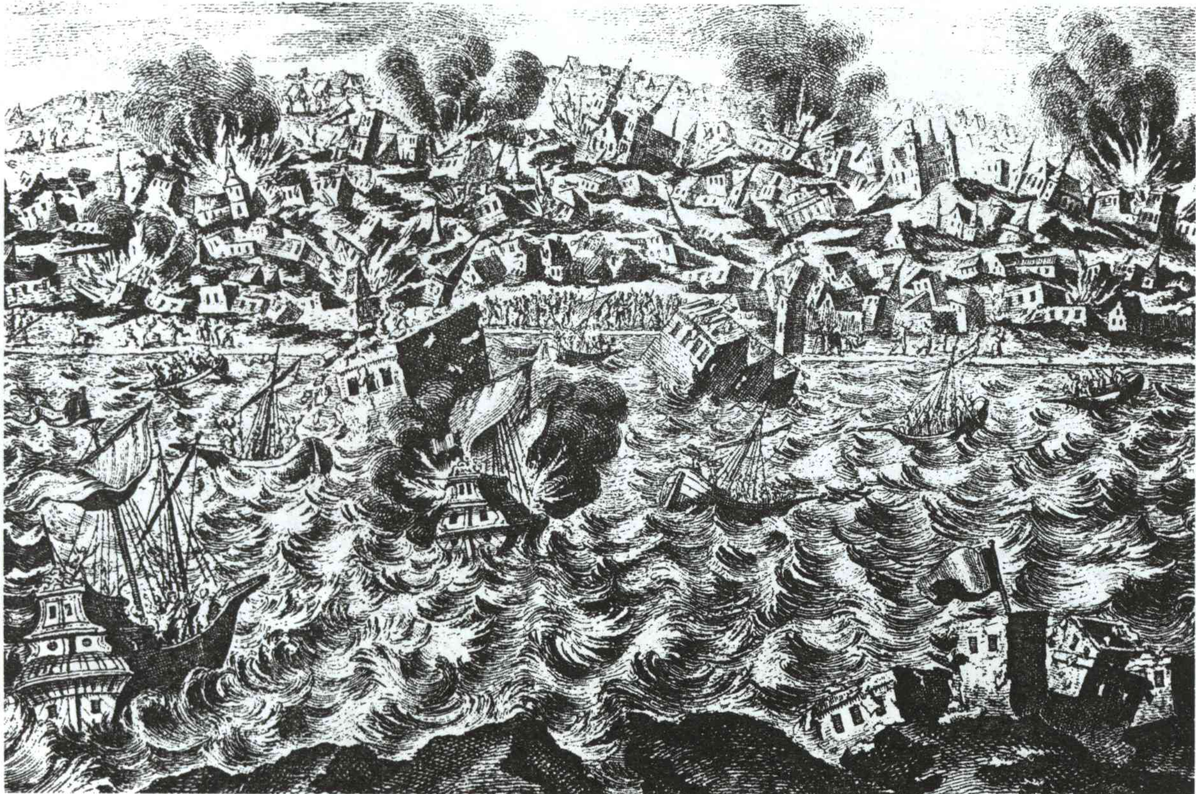


در زلزلهٔ لیسبون پایتخت کشور پرتغال در سال ۱۷۵۵، ۳۲ هزار انسان کشته شدند.

کرد و طوری که بعدها یک شاهد عینی گزارش داد، برجهای بلند کلیساها همچون «مزرعهٔ گندم درباد» به حرکت درآمدند. هنوز زمین کاملاً آرام نشده بود که چند ثانیه بعد ناگهان زلزله‌ای شدیدتر از زلزلهٔ اوّل شهر را در برگرفت. برجهای کلیساها فرو ریختند، خانه‌ها ویران شدند و هزاران نفر زیر آوار ماندند. صدای فریاد و ضجّهٔ مجروحان و محتضران در میان غرّش رعدآسای زمین و صدای ریزش ساختمانها شنیده می‌شد. برفراز شهر ابر سربی رنگ عظیمی از گرد و خاک در حال گسترش بود.

آنهایی که توانسته بودند خود را از خانه‌های فروپاشیده نجات دهند با چهره‌هایی رنگ باخته از ترس به خیابانها هجوم آوردند. آنها به سوی رودِ «تِژو» و بندر می‌دویدند، زیرا فکر می‌کردند در آنجا راه نجاتی خواهند یافت. این اشتباهی عظیم و هولناک بود. آب رودخانه پس از اوّلین لرزه تا مصبّ آن در اقیانوس عقب نشسته بود و حوضچهٔ بندرگاه نیز خشک و خالی از آب بود، به‌طوری که کشتیهایی که در آنجا لنگر

انداخته بودند، به پهلو روی لجنهای کف حوضچه قرار داشتند. امّا در آن لحظه آب در حال بازگشت بود. امواج سرکش و بسیار بلند با سرعتی سرسام‌آور به سوی شهر می‌آمد و در مسیر خود کشتیهای سه دکلهٔ بزرگ پر از بار را همچون کشتیهای اسباب‌بازی به دیوارهای بارانداز و لنگرگاه می‌کوبید. عاقبت، امواج بزرگ و طوفانیِ دریا به مرکز شهر رسید. این امواج وارد شبکهٔ درهم پیچیدهٔ خیابانها و بن‌بست‌های تنگ و باریک شد و روی هم فرو ریخت و پس از چند ثانیه به شکل سیلابهای درهم شکننده در آمد و همه چیز را مدفون کرد. لیسبون ـ یکی از ثروتمندترین و زیباترین شهرهای جهان و مرکز تجارت، دین و هنر ـ در عرض چند دقیقه به تلّی از ساختمانهای مخروبه و در هم کوبیده تبدیل شد.



این اعلامیهٔ مصوّر که مربوط به زمان زلزله است، نشان می‌دهد که چگونه زمین لرزه به همراه آتش و آب، شهر ثروتمند لیسبون را که در کنار رود تژو بود، منهدم کرد.

آتش‌سوزی بزرگ چگونه رخ داد؟

فاجعه هنوز پایان نیافته بود. در کلیساها، شمعهای افروخته به زمین افتاده بود و در خانه‌ها، تنورها و اجاقهای روشن ویران شده بود. به همین دلیل لباسها و اثاثیه در بسیاری از خانه‌ها آتش گرفت. در کمتر از چند دقیقه صدها نقطه از شهر را آتش فراگرفت. آنچه از آسیب زمین‌لرزه و سیلاب در امان مانده بود، بر اثر آتش‌سوزی به خاکستر تبدیل شد. ۳۲ هزار انسان زیر آوار خانه‌های خویش مدفون شدند یا در اثر طغیان رود تژو و شعله‌های آتش به کام مرگ فرو رفتند. امّا فاجعه محدود به شهر لیسبون نماند و تمام اروپای غربی و مرکزی نیز به لرزه افتاد. در لوکزامبورگ یک پادگان نظامی درهم فرو ریخت و ۵۰۰ سرباز زیر آوار مدفون شدند. در شمالِ آفریقا هم این زلزله گروهی را قربانی کرد. طبق برآوردهای بعدی، در آن منطقه



یکی از شهروندان لیسبون پس از زلزلهٔ سال ۱۷۷۵، به شکرانهٔ نجات دخترش از زیر آوار، این تابلوی نقّاشی را سفارش داد و آن را نذر مریم مقدّس به کلیسا تقدیم کرد.

حدود ده هزار تن زیر آوار ساختمانهای مخروبه جان خود را از دست دادند. تمام جهان مبهوت و متأثر، نظاره‌گر ابعاد این فاجعه بود. بلافاصله اخطارهای خداترسانهٔ کشیشان آغاز شد. آنها می‌گفتند: «خداوند با این زمین لرزه انسان را به خاطر گناهانش مجازات کرده است.» آنها به رومیان باستان اشاره می‌کردند که هزاران سال پیش از آن، خشم خدایان - به ویژه رب‌النوع آبها و زلزله و اسبها «پسیدون»[1] - را مسئول زلزله و بلایایی از این دست می‌دانستند. روحانیان مردم را به یادآوری گناهانشان توصیه می‌کردند و آنها را به توبه و دعا و پرداخت کفّاره فرا می‌خواندند. بیشتر مردم در آن زمان زلزله را کیفر خداوند می‌دانستند.

هنگام زلزله زمین چگونه حرکت می‌کند؟

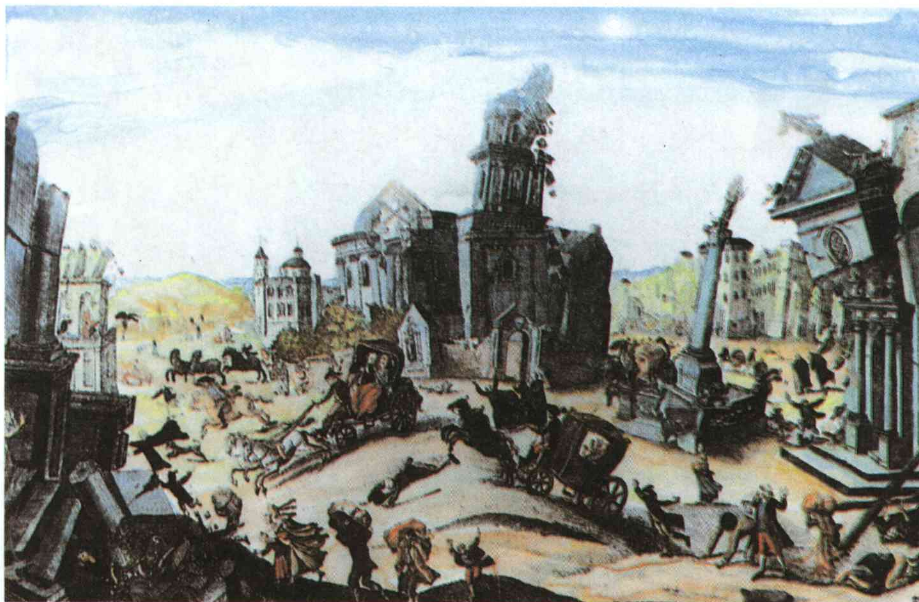
توجیه کشیشان همهٔ مردم را قانع نمی‌کرد. یکی از کسانی که این توجیه را نپذیرفت، پروفسور «جان وینثروپ» - اخترشناس و ریاضیدان آمریکایی - بود. او با زلزله بیگانه نبود.

هفده روز پس از زلزلهٔ لیسبون، موطن او - بوستون - بر اثر سلسله زلزله‌های شدیدی تکان خورد. این دانشمند ضمن بررسی لرزشهای اخیر، پدیدهٔ جالبی را دریافت. ساعتی که روی لبهٔ شومینه [بخاری دیواری] قرار داشت، سقوط کرده وبا فاصلهٔ چند سانتی‌متر از محل طبیعی سقوط آزاد خود، روی زمین قرار گرفته بود. وینثروپ می‌دانست که بی‌شک ساعت در امتداد قائم سقوط کرده است. بنابراین نتیجه گرفت که در زمان وقوع زلزله زمین می‌بایست به شکل عرضی حرکت کرده باشد.

چندروز بعد پیاده‌روی او در یک خیابان با وقوع پس‌لرزه‌ای کوتاه مصادف شد. او متوجه شد که سنگهای سنگفرش خیابان، چند لحظه‌ای بالا و پایین رفتند. ولی آن طور که انتظار داشت، تمام آنها همزمان جابه‌جا نشدند، بلکه در سمت مشخّصی یکی پس از دیگری تکان خوردند. وینثروپ بعداً گزارش کرد که: «این حرکت شبیه حرکت موج آب به‌سوی ساحل است.» بنابراین معلوم شد که زمین لرزه‌ها حرکتی موجی دارند. با این شناخت، دانش شناخت زلزله، یا «Seismology» یا «زلزله‌شناسی» یا «لرزه‌شناسی» آغاز شد.

---

۱) Poseidon : برادر زئوس در اساطیر یونان باستان که نزد رومیان باستان با نام «نپتون» شناخته می‌شد و پسر ساترن، برادر ژوپیتر و پلوتون بود - م.



در سال ۱۷۸۳ میلادی منطقهٔ «کالابری» در جنوب ایتالیا دچار زلزله‌ای شدید شد. هنگام وقوع زلزله سطح زمین همچون امواج دریا بالا و پایین می‌رفت. در این تابلوی نقاشی که مربوط به همان عصر است، این ماجرا به تصویر کشیده شده است.

چندی بعد، یک کشیش انگلیسی با نام «جان میچل[1]» نتیجهٔ نهایی تحقیقات خود را در مورد خصوصیات زلزله انتشار داد. این تحقیقات باعث پیشرفت مهمّی در علم زلزله‌شناسی شد. میچل نیز خود شاهد یک زلزله بود. پنج سال قبل از فاجعهٔ لیسبون، لندن با دو زلزله به لرزه در آمده بود. البتّه این زلزله‌ها خیلی شدید نبودند و بر اثر آن فقط شیشهٔ پنجره‌ها شکسته، اثاثیه خانه‌ها جابه‌جا شده و مردم به خیابانها ریخته بودند. میچل در ضمن این دو زلزله متوجّه شد که هر زلزله حدّاقل از دو لرزه یا تکان تشکیل می‌شود. یک پیش لرزهٔ آرام و اغلب بی‌خطر، و یک لرزش شدید مخرّب. میچل، علاوه بر آن تشخیص داد که هریک از لرزه‌ها نقاط مختلف را در زمانهای متفاوتی می‌لرزاند، و نیز تکانها ـ همان‌طور که قبلاً وینثروپ ادّعا کرده بود ـ مانند امواج به اطراف گسترش می‌یابند.

سرعت حرکت امواج زلزله چگونه محاسبه می‌شود؟

فکری به مغز میچل خطور کرد. او حدس زد که با محاسبهٔ اختلاف زمان ورود یک موج زلزله در دو نقطهٔ دور از هم، باید بتوان سرعت حرکت امواج زلزله را اندازه‌گیری کرد. او براساس اظهارات و گزارشهای شاهدان عینی، سرعت گسترش امواج زلزله را ۱۸۰۰ کیلومتر بر ساعت تخمین زد. امروزه می‌دانیم که این سرعت ثابت نیست، بلکه به نوع لایه‌هایی که امواج زلزله از آنها عبور می‌کند، بستگی دارد. البتّه محاسبهٔ میچل با توجه به امکانات علمی آن زمان، تحسین‌برانگیز بود.

مرکز زلزله چیست؟

میچل به تحقیقات خود ادامه داد. او مسیر حرکت امواج زلزله در مکانهای مختلف را برروی نقشه‌ای منتقل کرد. بدین‌ترتیب مشاهده کرد که امواج به موازات یکدیگر گسترش نمی‌یابند، بلکه همچون شعاع نور یک ستاره، فقط و فقط از یک نقطه می‌آیند. این نقطه همان «مرکز زلزله» است. مرکز زلزله بر سطح زمین و درست بالای «کانون زلزله» ـ یعنی نقطه‌ای در درون زمین که زلزله از آنجا آغاز می‌شود ـ قرار دارد. شدیدترین خرابیها در «مرکز زلزله» پیش می‌آید.

تقریباً تا ۸۰ سال پس از آن هیچ‌گونه تحوّلی در علم نوپای زلزله‌شناسی به وجود نیامد. در حالی که حقیقتاً

---

۱) John Michell

لزوم پرداختن به مسئلهٔ زمین لرزه در آن زمان حس می‌شد؛ زیرا در فوریهٔ ۱۷۸۳ میلادی [بهمن ماه ۱۱۶۲ هـ. ش.] جنوب ایتالیا با زلزله‌های متعدّدی به لرزش درآمد و ۱۰۰ هزار انسان به کام مرگ رفتند. تنها ۱۴ سال پس از آن، زلزلهٔ شدیدی در شهر «کوییتو»[1] (در اکوادور) ۴۰ هزار نفر قربانی گرفت. در هر دو مورد برای کشف علل وقوع این بلایا، هیئتهای علمی تشکیل شد ولی تحقیقات آنها به پیشرفت علم لرزه‌شناسی کمکی نکرد.

دانشمند دیگری که تحقیقات زلزله‌شناسی را پی‌گرفت و باعث پیشبرد آن شد، «رابرت مالت»[2] (۱۸۱۰ - ۱۸۸۱ میلادی) بود. این دانشمند اهل دوبلین (پایتخت ایرلند جنوبی)، مهندسی نابغه و سازندهٔ ایستگاههای راه‌آهن، پُلها، فانوسهای دریایی و دستگاههای حرارت مرکزی بود و

زمین لرزه در چه مکانهایی به وجود می‌آید؟

وقتی میچل مسیر حرکت امواج زلزله را روی نقشه منتقل کرد، متوجّه شد که تمام آنها مثل نور یک ستاره، فقط و فقط از یک نقطه نشأت می‌گیرند. آنها حرکت خود را از «مرکز زلزله» که دقیقاً عمود بر نقطهٔ شروع زلزله در درون زمین (کانون زلزله) است، آغاز می‌کنند.



۱) Quito
۲) Robert Mallet

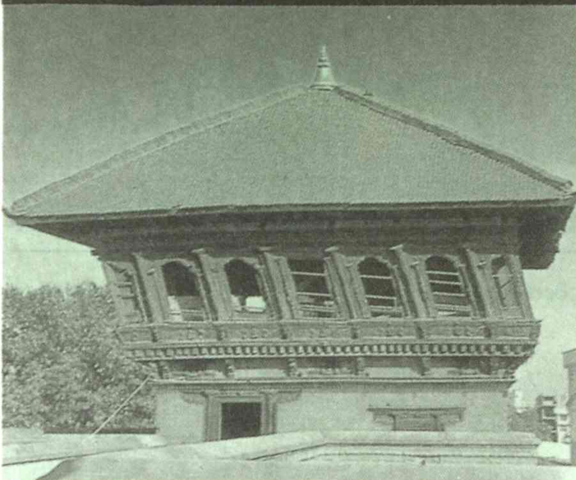
همچنین ریخته‌گری لوله‌های توپِ ارتش انگلستان را برعهده‌داشت. او در سال ۱۸۳۰ میلادی پژوهش در مورد زلزله را آغاز کرد. در مدّت بیست سال تمام هرچه از مدارک چاپ شده دربارهٔ زلزله که می‌توانست، گرد آورد. هنگامی که کتابخانهٔ تخصّصیِ عظیم او مرتّب شد، فهرست مفصّلی از زلزله‌های ثبت شده تنظیم کرد. اسناد مربوط به حدود هفت هزار زلزله در فهرست او جای داشت. هنگامی که تمام این زلزله‌ها را برروی یک نقشهٔ بزرگ جهان ثبت کرد، در نهایت تعجّب دریافت که مناطق معیّنی از کرهٔ زمین به دفعات شاهد زلزله‌های کوچک و بزرگ بوده‌اند؛ در حالی که برخی مناطق دیگر کاملاً از وقوع زلزله در امان مانده‌اند.

مالت برای اینکه علّت این امر را دریابد، تصمیم گرفت دربارهٔ ماهیّت امواج زلزله تحقیق کند. چون موطن او (دوبلین) از مناطق تقریباً ایمن از زلزله بود، زلزلهٔ مصنوعی ایجاد کرد. او نقطه‌ای از زمین را حفر کرد و در آن مواد منفجره کارگذاشت و به فاصلهٔ یک مایلی از آن، ظرفِ دربازِ پراز جیوه‌ای قرار داد. در حالی که کنار آن ظرف ایستاده بود، مواد منفجره را به کمک یک کابل و چاشنی الکتریکی منفجر کرد و همزمان، زمان سنجی (کرونومتری) راکه در دست داشت به کار انداخت. در این حال او می‌توانست زمان ظاهر شدن امواج کوچک را در سطح جیوه دقیقاً مشخص کند. او فهمید که امواج زلزله مسافت یک مایل را در چه زمانی می‌پیمایند.

سرعت امواج زلزله چقدر است؟

مالت این آزمایشها را چندین بار برروی لایه‌های شنی، لایه‌های سنگی و انواع لایه‌های دیگر زمین تکرار کرد و آنچه را که انتظار داشت، یافت. امواج در مواد گوناگون با سرعتهای متفاوت منتشر می‌شوند. آنها در لایه‌های شنیِ زمین کمترین سرعت (۹۰۰ کیلومتر بر ساعت) و در لایه‌های گرانیتی (سنگهای آتشفشانی) بیشترین سرعت (۱۸۰۰ کیلومتر بر ساعت) را دارند. مالت به تحقیقات خود ادامه داد. هنگامی که در سال ۱۸۵۷ زلزله‌ای در جنوب «ناپل» چندین روستا را در هم کوبید و نابود کرد، او





در ساختمانهای چوبی، سمت اصابت امواج زلزله به خوبی مشاهده می‌شود. یکی از این دو ساختمان (تصویر چپ) در کاتماندو (واقع در نپال) بدون هیچ‌گونه صدمه‌ای، زلزله را تحمّل کرده ولی ساختمان دیگر در جهت امواج زلزله جابه‌جا شده است.

دو زلزله‌شناس آمریکایی از آزمایشهای گسترده و تحقیق دربارهٔ اسناد و مدارک قدیمی نتیجه گرفته‌اند که برخلاف آنچه درانجیل آمده، برج و بارو و حصارهای شهر اریحا، نه براثر صدای شیپورها و نعره‌های جنگی، که به‌خاطر زلزله سقوط کرده و فرو ریخته‌است.



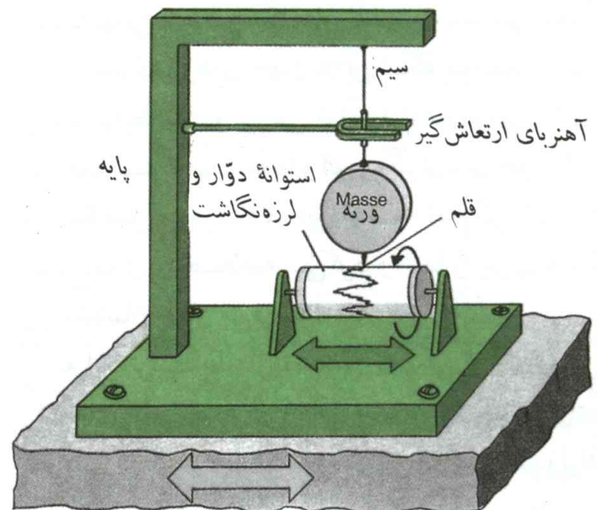
بلافاصله به ایتالیا سفر و همهٔ مناطق زلزله زده را با دقّت بررسی کرد. او شکافهای عمیق حصارها و دیوارها را اندازه گرفت و مشخصات محل شکست ستونهای ساختمانها و سمت سقوط آنها را یادداشت کرد. او با شاهدان عینی زلزله گفتگو کرد و تمام قسمتهای خانه‌های ویران را گشت تا بتواند کمترین تأثیرات زلزله را نیز ثبت کند. در این کار تجربه‌های شغلی او به کمکش آمد. او که مهندس و متخصّص ساختمان بود، توانست قدرت نیروهای مخرّب را محاسبه کند. او فهمید که برخی از این امواج مخرّب از درون زمین به لایهٔ خارجی آمده‌اند. نتیجهٔ جدید و اساسی تحقیقات او این بود که: «منشأ زلزله، اعماق زمین است.» مالت با دقّت و مهارت، عمق کانون زلزلهٔ ایتالیا را حدود ده هزار متر زیر سطح زمین برآورد کرد.

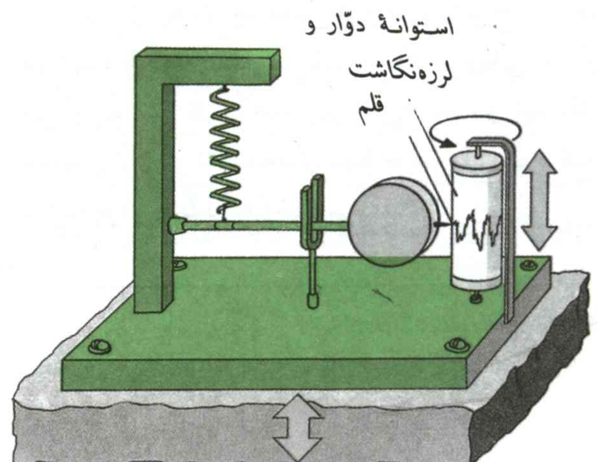
لرزه‌نگار چیست؟

امروزه، در بسیاری از مناطق زلزله‌خیز جهان، دستگاههایی به نام «لرزه‌نگار» استقرار یافته است. این دستگاههای پیچیده، حرکات ناشی از امواج زلزله را ثبت می‌کنند. لرزه‌نگار از یک جرم سنگین، مثلاً از گلوله‌ای فولادی تشکیل شده است که به کمک یک فنر یا سیم‌نازک به پایه‌ای که روی سطح زمین قرار دارد، آویزان است. در قسمت تحتانی این گلولهٔ آهنی، قلمی نصب شده که با یک استوانهٔ دوّار در تماس است. وقتی که زمین در اثر زلزله‌ای -حتّی خیلی خفیف- بلرزد، نوار کاغذی نیز با این حرکت تکان می‌خورد و این در حالی است که گلولهٔ فولادی بنابر قانون ماند یا اینرسی، هنوز در جای خود ثابت است. حرکت کاغذ در تماس با قلم متّصل به گلوله، نموداری منحنی را رسم می‌کند. این نمودار که برروی نوار کاغذی استوانهٔ دوّار ثبت می‌شود، «لرزه‌نگاشت» نام دارد.

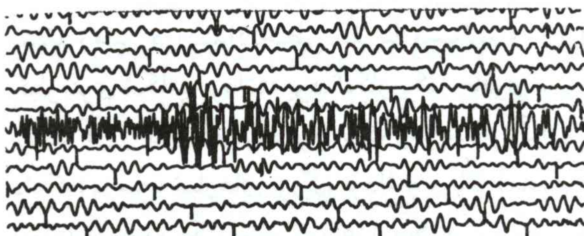
در سال ۱۸۹۱ میلادی زلزلهٔ شدیدی در ژاپن، مناطق وسیعی از غرب شهر توکیو را نابود کرد. این یکی از بزرگترین زلزله‌های ثبت شدهٔ آن کشور تا تاریخ مذکور بود. یک شاهد عینی خرابیهای وحشتناک ناشی

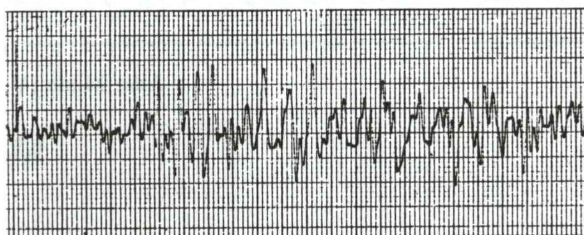
در لرزه‌نگارها (تصویر پایین) وزنه‌های سنگینِ آویزان، به هنگام تکان خوردن زمین تقریباً ثابت می‌مانند. لرزه‌نگار بالا تکانهای افقی و لرزه‌نگار پایین تکانهای عمودی زمین را ثبت می‌کنند.





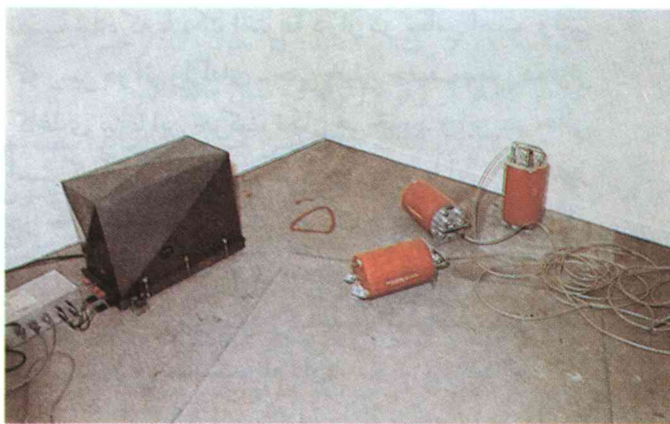
لرزه‌نگاشتِ زلزله‌ای که در روز ۸ نوامبر سال ۱۹۸۳ میلادی در ساعت یک و چهل و نُه دقیقهٔ بامداد، بلژیک، هلند وایالت شمال راین - وستفالیا - در آلمان را لرزاند. این نوار در ایستگاه زلزله‌نگاری هامبورگ ثبت شده است. لرزه‌نگاشت بالا نوسانهای عمودی و لرزه‌نگاشت پایین نوسانهای افقی زمین را نشان می‌دهد. در این زلزله دو نفر کشته شدند.





از زلزله را در نامه‌ای چنین توصیف کرد: «در سطح زمین شکافهای عمیقی پدید آمد. سدهایی که برای محافظت از زمینهای پست در برابر طغیان آب ساخته شده بود، شکست. تقریباً تمام خانه‌های این منطقه فرو ریختند و برآمدگیهای زمین در شیب کوهها به پایین لغزیدند. ده‌هزار نفر کشته و ۲۰ هزار تن مجروح شدند.»

هنگامی که زمین‌شناسان به تحقیق دربارهٔ پیامدهای زلزلهٔ اخیر پرداختند، بانهایت تعجب متوجّه شدند که در این مورد «مرکز زلزلهٔ» مشخّصی وجود ندارد. در این



سه جعبهٔ کوچک قرمز رنگ که هریک تقریباً ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع دارند، گیرنده‌های حسّاس لرزه‌نگار یک ایستگاه زلزله‌شناسی مدرن‌اند. جعبهٔ کوچکی که عمودی قرار دارد، نوسانهای عمودی، و دو جعبهٔ دیگر که افقی قرار دارند، نوسانهای افقی زلزله را دریافت می‌کنند. از دو جعبهٔ افقی، یکی نوسانهای امتداد شمالی ـ جنوبی ودیگری نوسانهای امتداد شرقی ـ غربی را دریافت می‌دارد. جعبهٔ بزرگتری که کنار آنها قرار دارد، لرزشهای بسیار خفیف زمین را که توسط جعبه‌های قرمز قابل دریافت نیست، ثبت می‌کند. اندازه‌گیری‌های این چهاردستگاه برای تبدیل به «لرزه‌نگاشت» به دستگاههای پیچیدهٔ الکترونیکی منتقل می‌شود.

منطقه زمین درامتداد خطی تقریباً مستقیم و ۱۱۰ کیلومتری شکاف برداشته بود. انگار یک چاقوی بسیار بزرگ آن را دو تکّه کرده بود. یک زمین‌شناس گزارش داد که: «زمین، شیارهای بزرگی برداشته و بالا آمده بود و مانند اثر عبور یک موش کور غول‌پیکر در زیرزمین به نظر می‌رسید. خیابانها و جاده‌ها ناگهان قطع شده و چند متر از هم فاصله گرفته بودند. دو درخت که قبلاً خیلی نزدیک به هم و در جهت شرقی ـ غربی بودند، با فاصلهٔ زیادی از یکدیگر برروی محور شمالی ـ جنوبی قرار گرفته بودند. زلزله یک درخت را در جهت شمال و دیگری را در جهت جنوب رانده بود.»

ایستگاههای زلزله‌شناسی در چه نقاطی از زمین قرار دارند؟

یکی از زمین‌شناسانی که زلزلهٔ هولناک ژاپن را تجربه و دربارهٔ آن تحقیق کرد، «جان میلن»[1] (۱۸۵۰ - ۱۹۱۳) انگلیسی بود. او ۲۰ سال تمام در مدرسهٔ عالی امپراتوری در توکیو با عنوان «خادم محترم و بیگانه» (تمام دانشمندان خارجی ساکن ژاپن با این لقب خوانده می‌شدند) تدریس کرد و سرانجام به انگلستان بازگشت. در آنجا بالاخره توانست به رؤیای خود جامهٔ عمل بپوشاند. با تلاش و کوشش میلن در سال ۱۹۰۲ میلادی طرح شبکهٔ ایستگاههای لرزه‌شناسی در تمام نقاط زمین پی‌ریزی شد. ابتدا چنین ایستگاههایی فقط در انگلستان تأسیس شد ولی بعداً تقریباً تمام کشورهای جهان به این شبکه پیوستند. به این ترتیب شرایط ثبت و بررسی تمام زلزله‌های زمین فراهم شد. همهٔ ایستگاهها دیده‌ها و اندازه‌گیری‌های خود را به مؤسسهٔ میلن می‌فرستادند. این مؤسسه تمام گزارشها را جمع‌بندی و خلاصه می‌کرد وآنها را برای همهٔ زلزله‌شناسان جهان می‌فرستاد.

به این ترتیب علم لرزه‌شناسی که یکی از جوانترین رشته‌های علمی بود، در زمانی حدود ۵۰ سال دارای سازمانی فراگیر و جهانی شد. در این دوره دیگر زلزله پدیده‌ای اسرارآمیز به شمار نمی‌آمد. انسان می‌دانست که کانون زلزله در چه محلّی قرار دارد، امواج ازکجا می‌آیند، چگونه انتشار می‌یابند و چه خرابیهایی به بار می‌آورند. بشر تقریباً همه چیز رامی‌دانست و تنها نکتهٔ مجهول برای او تا میانه‌های سدهٔ حاضر، این بود که: «زلزله چرا و چگونه به وجود می‌آید؟»

---

۱) John Milne



در زلزله‌ای شدید در شرق ترکیه در اکتبر سال ۱۹۸۳ میلادی بیش از دو هزار نفر جان باختند و ۴۴ روستا نابود شد. در پی زلزلهٔ اصلی، پس لرزه‌های شدید دیگری نیز رخ داد.

قارّه‌های شناور

اشتقاق قارّه‌ها یعنی چه؟

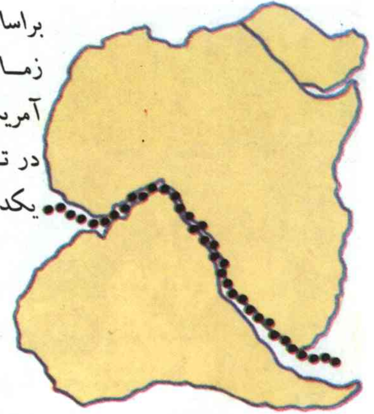
در اوایل سدهٔ حاضر یک زمین‌شناس آلمانی به نام «آلفرد وگنر»[1] در حالی که روی نقشهٔ جهان مطالعه می‌کرد، نکتهٔ جالبی را کشف کرد. خطوط ساحلی شرق آمریکای جنوبی و غرب آفریقا مانند دو قطعهٔ همجوار بازیِ پازل دقیقاً با یکدیگر سازگار بودند. وگنر از خود پرسید: «چگونه این حالت پدید آمده است؟ چرا هر دو ساحل با وجود هزاران کیلومتر فاصله، تقریباً آرایشهای زیستی و سنگی مشابهی دارند؟»

او به این پرسشها در فرضیهٔ «اشتقاق قارّه‌ها» پاسخ داد. وگنر در سال ۱۹۱۲ میلادی کتابی با نام «ایجاد اقیانوسها و قارّه‌ها» منتشر ساخت. او در این کتاب ادّعا کرد که قارّه‌های گرانیتی و کفِ بازالتیِ اقیانوسها همچون کشتی بر لایه‌های درونیِ زمین شناورند و نیرویی که آنها را به حرکت در می‌آورد، با حرکت وضعی زمین ارتباط دارد.

این فرضیه دقیقاً برخلاف آموزشهای رسمی بود. در آن زمان مردم فکر می‌کردندکه پوستهٔ زمین همچون

---

۱) Alfred Lothar Wegener



براساس فرضیهٔ اشتقاق قارّه‌ها زمانی آفریقا، عربستان و آمریکای جنوبی به ترتیبی که در تصویر آمده است به یکدیگر متّصل بوده‌اند.

پوستی محکم و ثابت، لایه‌های مذاب میانی را فراگرفته است.

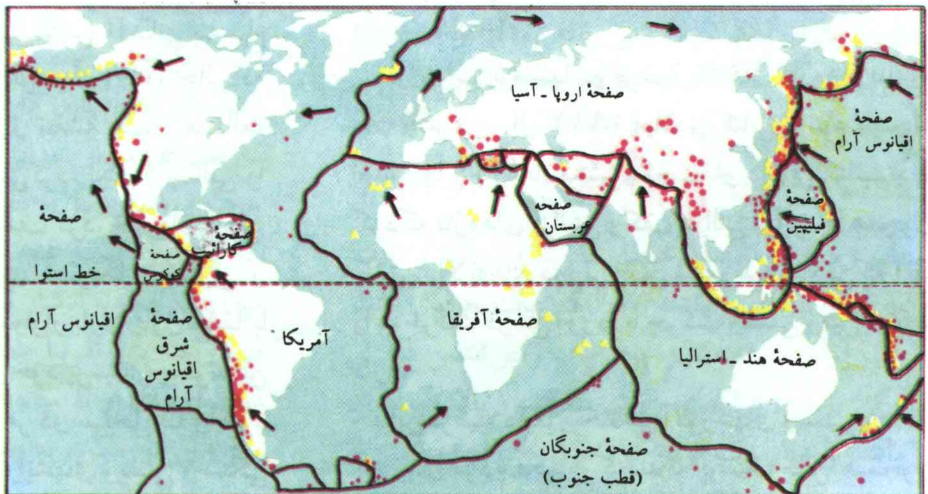
آنها باور داشتند که این پوسته در زمان از دست دادن حرارت، چروک خورده و کوهها و درّه‌ها را پدید آورده است و پس از این بی‌تغییر خواهد ماند. به این ترتیب فرضیهٔ وگنر توجّه جهانیان را به خود جلب کرد. البتّه این جلب توجّه با استهزا و انتقاد همراه بود. جوامع علمی و آموزشی فرضیهٔ «اشتقاق قارّه‌ها» را نتیجهٔ افکار مالیخولیایی و خیالبافیهای انسانی تکرو دانستند و به زودی توجّه خود را به آن از دست دادند. بیش از چهل سال به ادّعای وگنر اهمیّتی ندادند. گویی این فرضیه کاملاً به دست فراموشی سپرده شده بود.

امروزه ما می‌دانیم که حق با وگنر بود. بررسیهای زمین‌شناسی با جدیدترین وسایل علمی نشان داده‌اند که پوستهٔ زمین از حدود ۲۰ قطعهٔ کوچک و بزرگ تشکیل شده است و این قطعات دائماً تغییر مکان می‌دهند.

براساس نظریه‌ای به نام «تکتونیک صفحه‌ای» بخش جامد پوستهٔ زمین، از چند قطعه یا صفحه تشکیل شده است. هر کدام از این قطعات بین ۶۰ تا ۱۰۰ کیلومتر ضخامت دارند و مانند توده‌های یخ برروی مواد مذاب لایه‌های درونی زمین حرکت می‌کنند. برخورد دو صفحه به یکدیگر، دلیل اصلی وقوع زلزله است. در محل برخورد صفحات، زمین هیچ‌وقت آرامش ندارد. معروفترین و خطرناک‌ترین محلّ برخورد دو صفحه، «گُسَل سنت آندریاس»[1] در ساحل غربی آمریکای شمالی است. در این محل، صفحهٔ اقیانوس آرام که در جهت شمال غرب حرکت می‌کند و خود را به زیر سواحل جنوبی آلاسکا می‌لغزاند، با صفحهٔ آمریکای شمالی محل تماسی به طول ۱۱۰۰ کیلومتر دارد و سالانه حدود چهارسانتی‌متر به سمت شمال رانده می‌شود.

چرا زمین می‌لرزد؟

این صفحات در واقع هیچ‌یک کناره‌های صاف و صیقلی ندارند. به همین دلیل نمی‌توانند بدون اصطکاک از کنار یکدیگر بلغزند و رد شوند. آنها در کناره‌های خود، لبه‌ها، تیغه‌ها، شکافها و پیش آمدگی‌های عظیمی دارند که به



پوستهٔ زمین از ۲۰ صفحهٔ کوچک و بزرگ تشکیل شده است که مانند کشتی برروی جُبّهٔ زمین شناورند. پیکانهای روی نقشه سمت حرکت این صفحه‌ها را نشان می‌دهد. مناطق واقع در کناره‌های صفحه‌ها به ویژه زلزله‌خیزند. نقاط قرمز رنگ مناطقی را که در آنها زلزله رخ داده است، نشان می‌دهد.

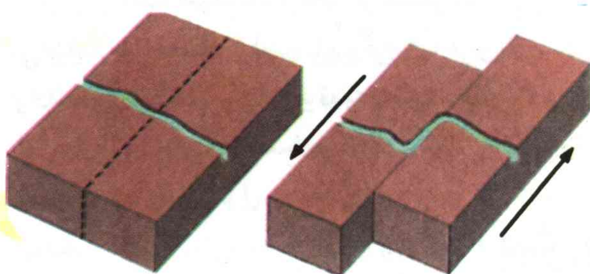
[1] Saint Andreas Fissure

هنگام جابه‌جایی مثل دندانه‌های زیپ در هم جفت می‌شوند، به این ترتیب هرچند که صفحات به حرکت ادامه می‌دهند، کناره‌های آنها ساکن می‌ماند، زیرا نمی‌تواند موقعیت خود را تغییردهد. این روند در طول زمان فشار زیادی را به صفحات وارد می‌کند و بالاخره روزی می‌رسد که کناره‌های صفحه‌ها دیگر نمی‌توانند در برابر این فشارهای روزافزون تاب بیاورند. به این ترتیب لبه‌ها و تیغه‌های در هم قفل شده می‌شکنند و کناره‌های صفحه‌ها ـ دقیقاً با حالت رها شدن یک فنر تحت فشار ـ با تکانی شدید عقب‌ماندگی حرکت خود را از صفحهٔ کامل جبران می‌کنند. در این حالت زلزله به وجود می‌آید. به همین ترتیب در سال ۱۸۵۷ میلادی [۱۲۳۶ هـ . ش.] در شمال شهر سانفرانسیسکو صفحهٔ اقیانوس آرام در برابر صفحهٔ آمریکا در زمانی کمتر از چند دقیقه حدود ده سانتی‌متر به سمت شمال رانده شد و زلزله رخ داد. در سال ۱۸۷۲ میلادی [۱۲۵۱ هـ . ش.] باز هم صفحهٔ اقیانوس آرام از مرزهای مکزیک تا آن سوی سانفرانسیسکو به سمت شمال لغزید و باعث وقوع زلزلهٔ دیگری شد. در سال ۱۹۰۶ میلادی [۱۲۸۵ هـ . ش.] هنگامی که هر دو صفحه با تکانهای شدید، شش تا هشت سانتی‌متر در خلاف جهت یکدیگر رانده شدند، زلزلهٔ بسیار شدیدی به وجود آمد که وقایع و حوادث آن را در صفحهٔ ۱۷ کتاب خواهید خواند.

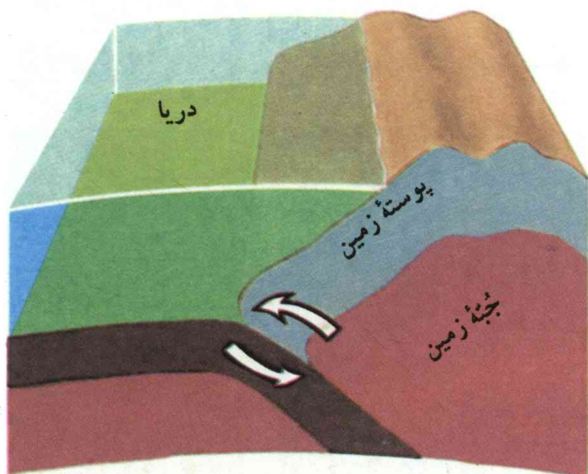
در چه مناطقی زلزله‌های بسیار شدید رخ می‌دهد؟

زلزله‌های بسیار شدید در محلّ برخورد دو صفحه به وجود می‌آیند، ولی عبور دو صفحه از کنار یکدیگر که با ساییده شدن آنها همراه است، باعث پیدایش زلزلهٔ شدید نمی‌شود. به هنگام برخورد، این امکان وجود دارد که یک صفحه زیر صفحهٔ دیگر بلغزد. در این حالت کناره‌های صفحه‌ها به یکدیگر ساییده نمی‌شوند. بلکه سطح بالایی یک صفحه زیر سطح پایینی صفحهٔ دیگر قرار می‌گیرد. در این نوع برخورد، سطح اصطکاک به مراتب بزرگتر است. بنابراین فشار زیادتری تولید می‌کند و شدّت زلزله‌ها بیشتر می‌شود. این مکانها خطرناک‌ترین مناطق زلزله‌خیز زمین‌اند. در این مناطق نود درصد کلّ انرژی زلزله آزاد می‌شود.

تا دههٔ ۱۹۳۰ میلادی شدّت یک زمین لرزه را براساس خسارات آن محاسبه می‌کردند. مردم آن روزگار فکر می‌کردند که میزان خرابیها فقط به شدّت زلزله بستگی دارد. ولی ما می‌دانیم که این فکر درست نیست و مثلاً خانه‌های محکمی که بر سطحی سنگی بنا شده‌اند، می‌توانند حتّی در برابر شدیدترین تکانها تاب بیاورند. درحالی که زمین لرزه‌ای خفیف می‌تواند خانه‌های سبک بنا شده بر سطح شنی را ویران کند. امروزه شدّت زلزله را با مقیاس بهتری می‌سنجند.



لبه‌های دو صفحه که از کنار یکدیگر عبور می‌کنند و به هم ساییده می‌شوند، به علّت پیش‌آمدگی‌ها و شکافهایشان در یکدیگر قفل می‌شوند. وقتی فشار متقابل این صفحات به همدیگر افزایش می‌یابد، آنها ناگهان جابه‌جا می‌شوند و زمین می‌لرزد.



در این تصویر یک صفحه به زیر صفحهٔ دیگر می‌لغزد. به دلیل سطوح اصطکاک گسترده فشار بسیار زیادی ایجاد می‌شود. هنگامی که هر دو صفحه ناگهان با تکانی شدید برخلاف یکدیگر حرکت می‌کنند، زلزلهٔ حاصل از هر حالت دیگری شدیدتر است.

در سال ۱۹۳۵ میلادی «چارلز. ف. ریشتر»[1] به جای

مـــقیاس ریشـــتر چیست؟

اصطلاح شدّت، اصطلاح بزرگی را به کار برد. بزرگی یک زلزله، با مقدار انرژی که آزاد می‌کند اندازه گیری می‌شود و نسبت به شدّت، اندازه گیری دقیقتری است. این اندازه گیری براساس دامنهٔ امواج زلزله که توسط لرزه‌نگار دریافت می‌شود صورت می‌گیرد و به مشاهدهٔ میزان خرابیهای منطقه بستگی ندارد. ضمناً تفاوت درجات بزرگی، حسابی نیست، بلکه لگاریتمی است. بدین معنی که افزایش یک واحد، ده برابر بر دامنهٔ امواج و ۳۱ بار بر مقدار انرژی امواج می‌افزاید. پس دامنهٔ زلزله‌ای با بزرگی ۶، هزار بار بیشتر از دامنهٔ زلزله‌ای با بزرگی ۳ و قدرت آن تقریباً ۳۰ هزار بار (۳۱ × ۳۱ × ۳۱) بیشتر خواهد بود.

کرهٔ خاکی ما سالانه بیش از یک میلیون بار در اثر زلزله تکان می‌خورد. ۹۹/۱ درصد این زلزله‌ها خفیف و بزرگی آنها در مقیاس ریشتر (که به احترام مبدع آن این‌طور نام گرفته است) کمتر از ۲/۵ درجه است. بقیهٔ این زلزله‌ها شدیدند و بزرگی آنها تا ۸/۹ ریشتر نیز می‌رسد. تا به حال زلزله‌ای بزرگتر از ۸/۹ ریشتر دیده نشده است و زلزله‌هایی به این بزرگی تاکنون تنها دو بار اندازه گیری شده‌اند. یکی از این دو زلزله در ۳۱ ژانویه ۱۹۰۶ [۱۱ بهمن ۱۲۸۴ هـ. ش] در سواحل اکوادور (بزرگی این زلزله بعداً محاسبه شد) و دیگری در ۲۰ مارس ۱۹۳۳ میلادی [۲۹ اسفند ۱۳۱۱ هـ. ش] در شمال شرقی ژاپن، در عمق دریا روی داد. نیرویی که در این دو زلزله آزاد شد، غیرقابل تصوّر است.

پیش‌بینی زلزله

در ساعت پنج و یازده دقیقهٔ بامداد ۱۸ آوریل ۱۹۰۶

چرا هیچ‌کس در سانفرانسیسکو احتمال وقوع زلزله را نمی‌داد؟

میلادی [۲۹ فروردین ۱۲۸۵ هـ‌ش.] سانفرانسیسکو هنوز آرام بود. البته چند لحظه قبل زمین لرزهٔ خفیفی این شهر را - که بر ساحل اقیانوس آرام قرار دارد - لرزانده و صدای خفیفی مثل صدای توپهای جنگی، در فاصله‌ای دور شنیده شده بود. حتی اگر اهالی سانفرانسیسکو این صداها را شنیده بودند، نمی‌ترسیدند؛ زیرا آن شهر از زمان بنا شدن (سال ۱۷۶۶ میلادی)، زلزله‌های زیادی را تجربه کرده بود. گاه‌گاهی حتی بر اثر زلزله خسارات



در زلزلهٔ شدید سانفرانسیسکو در سال ۱۹۰۶ میلادی نزدیک به ۷۰۰ تن جان باختند و شهر کاملاً نابود شد. برای جلوگیری از چپاول و غارت، گشتهای نظامی دایر شد (تصویر همین صفحهٔ). تصویر صفحهٔ مقابل آنچه را پس از زلزله و آتش‌سوزی از قسمتهای مرکزی شهر باقی مانده بود، نشان می‌دهد.

---

۱) Charles Francis Richter

کوچکی به شهر وارد می‌آمد، ولی هیچ‌کس زلزله را خطری جدّی نمی‌دانست. یکی از ساکنان شهر در این باره گفته بود: «یک زمین لرزهٔ شدید نصف یک گردباد یا طوفان شدید ناگوار نیست.»

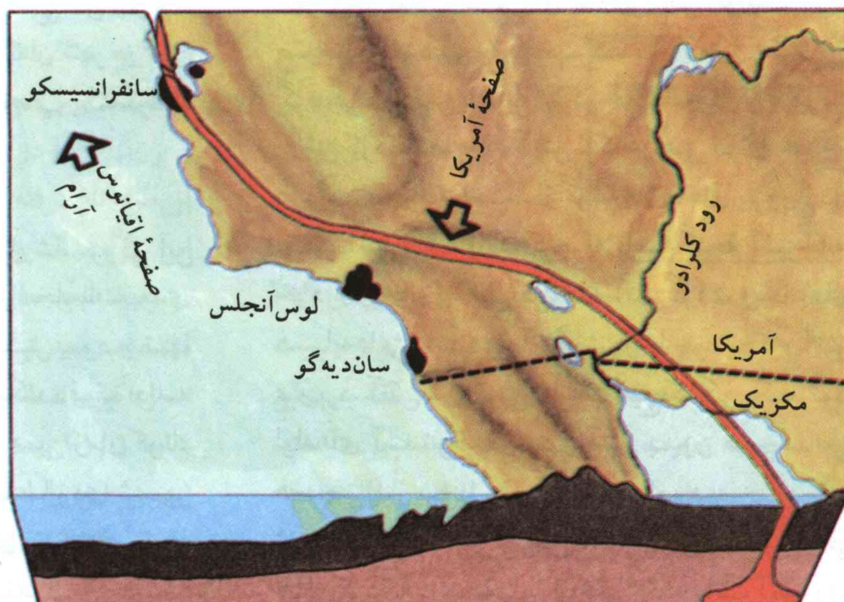
چرا سانفرانسیسکو در آتش سوخت؟

در ساعت پنج و دوازده دقیقه بلا نازل شد. بزرگی این زلزله بنا بر محاسبات بعدی ۸/۳ ریشتر بود و تنها حدود یک دقیقه ادامه یافت. اما همین زمان کوتاه برای نابودی شهر سانفرانسیسکو کافی بود. دودکش‌های خانه‌ها سقوط کرد، خانه‌ها ناگهان خراب شد، کلیساها فرو ریخت، خیابانها شکاف برداشت و ابر عظیمی از گرد و خاک آسمان را تیره کرد. تنها فریاد مردم و صدای هولناک سُم اسبان رم‌کردهٔ کالسکه‌ها به‌گوش می‌رسید. حدود ۷۰۰ نفر دراین زلزله جان باختند. امّا درست مانند زلزلهٔ لیسبون و بسیاری از زلزله‌های دیگر، مدّتی بعد آتش همه جا را فراگرفت. چهار ساعت پس از وقوع زلزله ـ که ترس مردم تا حدودی برطرف شده و گروه نجات فعّالیت خود را شروع کرده بود ـ آتش‌سوزی از مرکز شهر آغاز شد. خانم «آن بانکلِر» می‌خواست برای صبحانهٔ خود قهوه درست کند. او بدون اطّلاع از گرفتگی دودکش به دلیل تراکم خاک، اجاق را باکبریت روشن کرد. شعله‌های آتش ـ که راهی برای خروج دودشان وجود نداشت ـ از گوشه‌های اجاق بیرون زد و به میز آشپزخانه سرایت کرد. بلافاصله گنجهٔ آشپزخانه، خود آشپزخانه و سپس کلّ خانه آتش گرفت و خانه‌های همسایه‌ها و نهایتاً همهٔ آن بخش را با خود به کام آتش فرو برد. آتش‌نشانی نمی‌توانست هیچ کمکی بکند. تمام لوله‌های آب ترکیده بود و آتش بدون هیچ مانعی همه‌چیز را از بین می‌برد. سه روز تمام، همه چیز در این شهر آسیب دیده در معرض نابودی بود. آتش‌نشانی تلاش کرد که در بخشهایی از شهر جلو سرایت آتش را با ایجاد شکافها و شیارهای باریکی بگیرد. برای ایجاد این شکافها از انفجار دینامیت استفاده می‌شد، ولی این کار اغلب، آتش‌سوزی‌های جدید را به دنبال داشت. مثلاً هنگام غروب اولین روز فاجعه، برای ایجاد شکافی، بیش از اندازه دینامیت منفجر کردند و همین باعث شد که پاره‌های سوزان برروی بخش چینی‌نشین بریزد و آنجا را به آتش بکشد.

زلزله و آتش‌سوزی در مجموع ۱۳ کیلومتر مربع از



سانفرانسیسکو دقیقاً برروی گُسل سنت‌آندریاس قرار دارد. در دو طرف این شکاف، پوستهٔ زمین به صورت دو صفحه به یکدیگر بر می‌خورند و به آهستگی ـ اما با صرف نیرویی عظیم ـ در امتداد هم حرکت می‌کنند. این حرکات از آن‌جا ناشی می‌شود که از میان گسل سنت‌آندریاس مواد مذاب از جبّهٔ زمین با فشار به بالا نفوذ می‌کند و دو صفحه را در جهات مخالف می‌راند. زلزله‌شناسان برآورد کرده‌اند که سانفرانسیسکو در سالها یا دهه‌های آینده با زلزله‌ای به مراتب شدیدتر خواهد لرزید.



مرکز شهر را نابود کرد و ۲۵۰ هزار نفر خانه‌های خود و بسیاری دیگر محل کار خود را نیز از دست دادند. فاجعهٔ سانفرانسیسکو یکی از هولناک‌ترین بلایای تاریخ ناآرام زمین بود.

بلافاصله پس از وقوع زلزله، زمین‌شناسان و زلزله‌شناسان به شهر مخروبه روی آوردند و به بررسی و تحقیق دربارهٔ علل و اثرات زلزله پرداختند. در میان آنان «گرووژیلبرت»[۱] ـ زمین‌شناس و جغرافیدان ـ دیده می‌شد. او بیش از دیگران به جزئیات دقّت می‌کرد و اوّلین دانشمندی بود که به فکر یافتن علایم هشداردهندهٔ زلزله افتاد. او به پژوهش در این زمینه ادامه داد، ولی توفیقی به دست نیاورد.

اولین کسی که در جستجوی علایم خطر برآمد که بود؟

چهل سال بعد، روسها تحقیقات ژیلبرت را پیگیری کردند. در سال ۱۹۴۹ میلادی [۱۳۲۸ هـ . ش.] به فاصلهٔ ده ماه دو زلزلهٔ بسیار شدید، جنوب غربی روسیه را لرزاند و یک بار ۲۰ هزار نفر و بار دیگر ۱۲۰ هزار نفر قربانی گرفت. روسها اعلام کردند که حاضر نیستند با



این دستگاه هشدار دهنده، ۱۸۰۰ سال پیش در چین اختراع شد. این دستگاه از هشت سرِ اژدها تشکیل شده و در دهان هر اژدها یک گلوله است. در زیردهان هر اژدها، یک قورباغه با دهانی باز قرار دارد و حتّی خفیف‌ترین پیش لرزه‌ها باعث افتادن یکی از گلوله‌ها (بنابر سمت امواج زلزله ـ م) در دهان قورباغه می‌شود.

---

۱) Grove Gilbert



در جنوب سانفرانسیسکو گسل سنت‌آندریاس به‌صورت یک شکاف طولانی پراز آب در سطح زمین نمودار شده است. این گسل که ۶۰۰ کیلومتر به سمت جنوب امتداد دارد، در برخی نقاط به صورت دریاچه و در نقاط دیگر به‌صورت فرورفتگی‌های باز زمین آشکار می‌شود.

زلزلهٔ شدیدتری غافلگیر شوند. بنابراین مسکو گروهی از دانشمندان را به مناطق زلزله‌زده اعزام کرد. آنها وظیفه داشتند به اسرار طبیعت دربارهٔ زلزله پی‌ببرند. این زمین‌شناسان ۱۲ سال تمام به پژوهش ادامه دادند و بالاخره پی بردند که زمین در مناطق زلزله‌خیز تقریباً به‌طور دائم تکان می‌خورد. این لرزشها تنها برروی لرزه‌نگاشت قابل مشاهده‌اند و به ندرت بزرگی آنها از یک ریشتر تجاوز می‌کند. البته این امواج ـ همان گونه که می‌دانیم ـ برحسب جنس لایه‌هایی که در آن جریان می‌یابند، سرعتهای متفاوتی دارند. گاهی براساس لرزه‌نگاشت می‌توان دریافت که سرعت امواج ناگهان کاهش یافته است. این کاهش به سرعت جبران می‌شود و سرعت امواج به حالت عادی باز می‌گردد ولی پس از این بازگشت، زلزلهٔ بزرگتری به وجود می‌آید. دانشمندان توانستند با محاسبهٔ مدّت تأخیر، زمان وقوع زلزله را تعیین کنند. هنگامی که کشف روسها در سال ۱۹۷۱ میلادی در یک کنگرهٔ زلزله‌شناسی مطرح شد، جهان نفسِ راحتی کشید. دیگر به نظر می‌رسید که خطر زلزله مهار شده است. البته انسان نمی‌توانست از وقوع زلزله جلوگیری کند، اما دست کم آمادگی لازم را در برابر زلزله به دست می‌آورد و قربانیان را به حدّ قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌داد. دو سال بعد نتیجهٔ تحقیقات روسها تأیید شد. زمان وقوع زلزله در ایالات متحده آمریکا براساس روش مذکور چنان دقیق از پیش محاسبه شد که هیچ‌کس در این زلزله‌ها از بین نرفت. چینیها نیز که سرزمین زلزله‌خیزشان همواره شاهد خسارات جانی و مالی فراوانی بوده است، در پژوهشهای مربوط به زلزله به همان اندازه موفقیت به دست آورده‌اند. حکومت پکن از سال ۱۹۶۶ میلادی [۱۳۴۵ هـ . ش.] مردم را به «بسیج عمومی علیه زلزله» فرا خواند. دولت ۱۷ ایستگاه بزرگ و اصلی مراقبت و ۲۵۰ ایستگاه کوچک زلزله‌نگاری ایجاد کرد. در این ایستگاهها ده‌هزار کارمند مشغول کار بودند. هنگامی که در سال ۱۹۷۴ میلادی یک سلسله زلزله‌های خفیف در استان «لیائونینگ»[۱] خبر از فاجعه‌ای مهیب می‌داد، چینیها استفاده از روش هشدار دهندهٔ روسها را آغاز کردند.

---

۱) Liaoning

در ۴ فوریه ۱۹۷۵ میلادی [۱۵ بهمن ۱۳۵۳ هـ . ش.] زمان موعود فرا رسید. زمین‌شناسان دولتی اعلام کردند که: «امروز غروب زلزلهٔ شدیدی رخ خواهد داد. همهٔ مردم باید خانه‌های خود را ترک کنند.» چینیها در سرمای سخت زمستان، خانه‌های خود را ترک کردند و در چادرهایی در مزارع و چمنزارها اردو زدند. بیمارستانها تخلیه شدند. دامها و چهارپایان از اصطبلها به فضای باز رانده شدند. زلزله در ساعت نوزده و سی و شش دقیقه رخ داد. البته خانه‌های بی‌شماری ویران شد و پُلها شکست و سطح خیابانها شکاف برداشت. ولی چون قبلاً همهٔ آتشها خاموش شده بود، در هیچ نقطه‌ای آتش‌سوزی ایجاد نشد و فقط ۳۰۰ نفر کشته شدند. بدون این اخطار، احتمالاً در این منطقهٔ پرجمعیت بیش از ۱۰۰ هزار نفر جان خود را از دست می‌دادند. زلزله‌شناسان پیروزی خود را جشن گرفتند ولی هنوز خیلی برای این کار زود بود. آنها پیشگویی کردند که زلزله‌ای در تابستان ۱۹۷۶ رخ خواهد داد. به خاطر این پیشگویی، ساکنان شهر مجبور شدند دو ماه در چادر زندگی کنند؛ ولی این زلزله رخ نداد. در عوض کمی پس از آن شهر

سازواره (سیستم) اخطاری، اولین موفقیت خود را چه زمانی به‌دست آورد؟

«تانگ‌شان» بدون هیچ‌گونه آمادگی قبلی دچار زلزله‌ای فاجعه‌آمیز شد. این زلزله یکی از شدیدترین زلزله‌های تاریخ بود. براساس برآوردها تعداد قربانیان به چند صدهزار نفر می‌رسید. تمام شهر در زمانی کمتر از چند ثانیه به تلّی از خاک تبدیل شد. البتّه اعلامیه‌ای رسمی در این‌باره وجود ندارد زیرا دولت چین از دادن هرگونه اطلاعاتی امتناع می‌کرد و ورود خارجیان به منطقه ممنوع بود. آنها فکر می‌کردند این فاجعه می‌تواند شکست و ناکامی جامعهٔ علمی چین تلقی شود.

حومهٔ سانفرانسیسکو نیز با زلزله‌های خفیف بی‌شماری که بدون اخطار و پیشگویی اتفاق می‌افتاد، می‌لرزید. بالاخره در سال ۱۹۷۹ میلادی [۱۳۵۸ هـ . ش.] این شهر شاهد زلزلهٔ بزرگی به قدرت ۵/۹ ریشتر بود. قبلاً هیچ‌گونه اخطاری در این مورد داده نشده بود.

آیا همیشه می‌توان زلزله را پیشگویی کرد؟

انسان باید به نقص دانش خود دربارهٔ زلزله پی می‌برد، او هنوز نمی‌توانست زمان دقیق وقوع زلزله را پیشگویی کند. البته استفاده از روشِ روسها گاهی موفقیت‌آمیز بود. ولی این امر همیشگی نبود. دلیل این مسئله را کسی نمی‌دانست.



در وسط شهر کوچکی در آلاسکا، بر اثر زلزله در سال ۱۹۶۴ شکاف عمیقی در سطح زمین ایجاد شد. بخشی از خیابان و خودروهای در حال عبور یا پارک شده در این شکاف فرو رفتند. این حادثه تلفات انسانی نداشت.

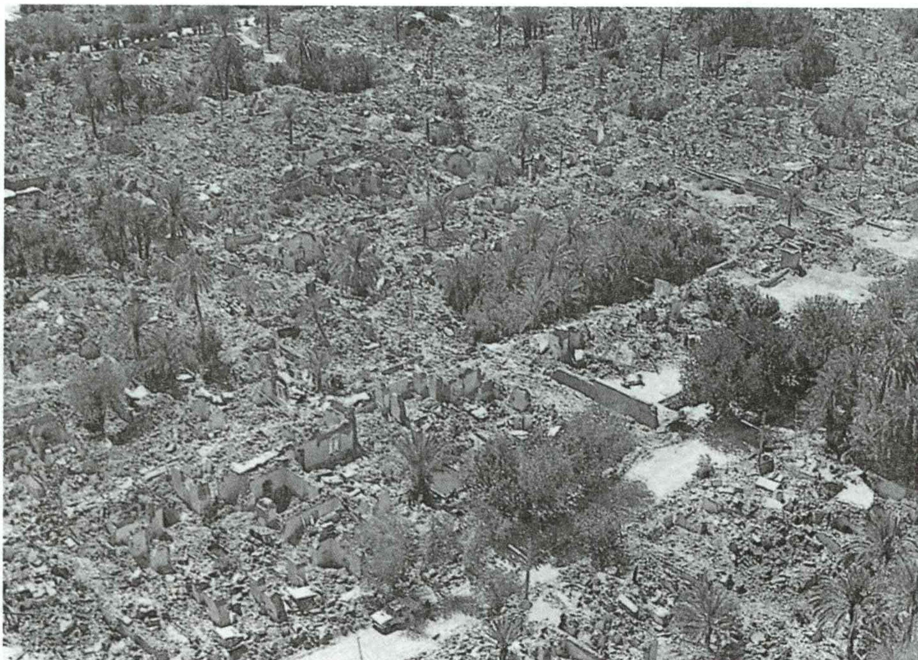


در آتش‌سوزیِ سال ۱۹۷۸ ژاپن که پس از یک زلزله به وجود آمد، این روستا کاملاً در آتش سوخت و نابود شد. چنین آتش‌سوزیهایی اغلب بیش از خود زلزله باعث خسارت جانی می‌شود.

امروزه زلزله‌شناسان می‌توانند با احتمالی قریب به یقین مکان وقوع زلزله را تعیین کنند ولی هنوز از پیشگویی زمان دقیق زلزله ناتوان‌اند. مهاجرت روزافزون روستاییان به شهرها که برای استفاده از تسهیلات زندگی شهری انجام می‌گیرد، در سراسر جهان به چشم می‌خورد و این روند باعث تشکیل شهرهای بزرگ و پرجمعیت می‌شود.

اگر این شهرها در مناطق زلزله‌خیز واقع شده باشند، به صورت کشتارگاههای بزرگی در می‌آیند و جمعیت عظیمی را در کام مرگ می‌کشند. به همین دلیل آمادگی ساکنان این مناطق در برابر وقوع زلزله بسیار حیاتی است.

هولناک‌ترین نمونه در این زمینه، زلزلهٔ بزرگی است که در اول سپتامبر ۱۹۲۳ میلادی [دهم شهریور ۱۳۰۲ ه. ش.] «توکیو» - پایتخت ژاپن - و شهر بندریِ «یوکوهاما» را به تلّی از خاک و خاکستر تبدیل کرد. در مدّتی کمتر از چند ساعت، تکانهای شدید و بی‌شمار زمین و آتش‌سوزی‌ها ۳۶۰ هزار خانه را نابود کرد. در اوج وحشت مردم، جاده‌های اصلی شهر نیز بسته شد و این بدترین پیامد زلزله بود. ۱۴۳ هزار نفر در این فاجعه جان باختند. چنین فاجعه‌ای می‌تواند بارها تکرار شود. زلزله‌شناسان ژاپنی محاسبه کرده‌اند که توکیو در هزارهٔ گذشته به طور متوسط در هر ۶۹ سال یک بار دچار زلزلهٔ بسیار بزرگی شده است. این مسئله هنگامی هراس‌انگیزتر می‌شود که بدانیم در توکیوی بزرگ، بیش از ۲۰ میلیون انسان، اغلب در همسایگی پالایشگاهها، کارخانجات شیمیایی و سایر کانونهای احتمالی آتش‌سوزی زندگی می‌کنند.



زلزلهٔ فاجعه‌آمیز ایران در سال ۱۹۷۸ میلادی [۱۳۵۷ هـ . ش.] بیش از ۲۵ هزار انسان را به کام مرگ فرو برد. شهر طبس (تصویر) کاملاً نابود شد. پس از زلزله، ساختمانهای سنگیِ مقاوم، جایگزین خانه‌های گلی قدیمی شد.

توکیو چگونه می‌خواست خود را در برابر زلزله حفظ کند؟

دولت ژاپن بلافاصله پس از زلزلهٔ سال ۱۹۲۳ میلادی قوانینی را به تصویب رساند که بر اساس آنها تکرار چنین فاجعه‌ای امکان‌ناپذیر می‌نمود. شاهراههای پهن و دو طرفه و بناهای محکم مسکونی و تجاری ـ که کمتر از شش طبقه داشتند ـ می‌بایست جایگزین خیابانهای باریک و تنگ و خانه‌های چوبی تودرتو می‌شدند. ولی در حین بررسی این قوانین، بسیاری از اهالی بی‌سرپناه توکیو دوباره مشغول ساختن خانه‌های کوچک خود در همان محله‌های قدیمی شدند. آنها به سرعت با تخته‌های چوبی، ورقهای آهنی موجدار ونمدهای مخصوص بامسازی، سرپناهی برای خود ساختند و در مدّتی کمتر از چند هفته شبکه‌های عبور و مرور دوباره به همان تنگی و آسیب‌پذیری گذشته در آمد. قانون خیلی دیر اجرا شد.

کشورهای دیگر نیز اقدامات پیشگیرانه را آغاز کردند. اکنون در کالیفرنیا [واقع در آمریکا] در امتداد گسل سنت آندریاس، بسیاری از اداره‌های مسکن و شهرسازی فقط جواز ساختمانهای ضد زلزله را صادر می‌کنند. در این ایالت بسیاری از ساختمانهای مدرن حتّی در برابر زلزله‌هایی با قدرت ۸ ریشتر هم مقاوم‌اند. ایران در سال ۱۹۷۸ میلادی [۱۳۵۷ هـ . ش] شاهد زلزلهٔ شدیدی بود. در این زلزله ۲۵ هزار نفر جان باختند. امروزه در مکان وقوع حادثه، بناهای محکم جایگزین خانه‌های گِلی قدیمی شده است. در جمهوری ازبکستان نیز تمام خانه‌های گلی که در زلزلهٔ سال ۱۹۶۶ میلادی [۱۳۴۵ هـ . ش.] نابوده شده بودند، جای خود را به خانه‌های مدرن ضدزلزله دادند و متروی شهر تاشکند نیز در برابر زلزله ایمن‌سازی شد. خانه‌ها و متروی این شهر، زلزلهٔ شدید سال ۱۹۷۷ را بی‌هیچ آسیبی پشت سر گذاشتند.

خانه‌های ضد زلزله را چگونه می‌سازند؟

کارشناسان ساختمانی و زلزله‌شناسان با مطالعات و تجربه‌های مکرّر تشخیص داده‌اند که چگونه می‌توان خانه‌های ضدزلزله ساخت.

- خانه‌های مناطق زلزله‌خیز باید دارای بافتی

محکم باشند. خانه‌های کاهگلی بدون پی و همچنین خانه‌های سَبُکِ آجری و چوبی اغلب با اوّلین تکان زلزله فرو می‌ریزند.



● ساختمانها باید با ایمنی بالا بنا شوند. برای این کار باید پیِ ساختمان و تمام داربست و اسکلتِ بنا محکم و متّصل باکفِ سنگی زیر پی باشد.

● تمام نقاطی که با آتش سروکار دارند باید تا حدّ امکان در برابر آتش‌سوزی ایمن باشند. زیرا همان طور که زلزله‌های لیسبون، سانفرانسیسکو و توکیو نشان داد، آتش‌سوزی اغلب خطرناک‌تر از خودِ زلزله است.

در بسیاری از کشورهای غربی و شرقی مقامهای دولتی در تلاش‌اند تا این مقرّرات و سایر قوانین را به اجرا درآورند. آنها «طرحهای ایمنی» راتوسعه داده‌اند و تمرینهای منظّمی را برای آموزش مردم در نظرگرفته‌اند. مجلس ژاپن در سال ۱۹۷۸ میلادی آخرین آگاهیهای مربوط به زلزله را در بیانیه‌ای خلاصه کرد و اقدامات پیشگیرانه نیز تعیین و تنظیم شد. همزمان، دولتها تحقیقات مربوط به پیشگویی زمان زلزله را حمایت و ترغیب می‌کنند. آنها یقین دارندکه بالاخره زلزله‌شناسان نشانه‌های قابل اعتمادی را برای پیش‌بینی زمان زلزله می‌یابند و مردم می‌توانند به موقع از خطر آگاه شوند.



شهر سانفرانسیسکو پس از زلزلهٔ سال ۱۹۰۶ دوباره در همان محل قبل ساخته شد. در این شهرِ پُرجمعیت تقریباً تمام آسمانخراشها ضد زلزله بنا شده‌اند. معماران بر این باورند که آسمانخراش ۴۸ طبقهٔ «هرمِ ترانس آمریکا» (تصویر بالا) می‌تواند در برابر بزرگترین زلزله‌ها تاب بیاورد.



امواج حاصل از تسونامی وقتی شتابان به سوی ساحل می‌آیند، ممکن است ارتفاعی حدود ۶۰ متر داشته باشند. این امواج در ماه مارس ۱۹۶۴ بندر کوچک والدز در آلاسکا را نابود کردند و ۶۰ انسان را به کام مرگ فرو بردند.

تسونامی

بندر والدز چگونه نابود شد؟

در ۲۷ مارس سال ۱۹۶۴ میلادی [۷ فروردین ۱۳۴۳ ه. ش.] زلزلهٔ بزرگی «آنکوریج»(۱) - پایتخت آلاسکا - را نابود کرد. همین زلزله در شهر کوچک بندری «والدز»(۲) نیز فجایعی را به بار آورد. زلزله این شهر را به شدّت لرزاند، دیوارها و حصارها را در هم شکست و شکافهای عمیقی در سطح زمین به وجود آورد. بسیاری از ساکنان منطقه از کنار خانه‌های در حال ریزش و از روی سطح شکافتهٔ خیابانها - که آب و گل تا ارتفاع شش‌متر از آنها فوران می‌کرد - گذشتند و خود را به ساحل رساندند. آنها فکر می‌کردند که در آنجا در امان‌اند ولی ناگهان متوجه موجی عظیم شدند که ۳۰ متر ارتفاع داشت و به سوی آنها می‌آمد. برای برخی از آنها این آخرین منظره‌ای بود که می‌دیدند.

در اسکله یک کشتی ده هزار تُنی در حال تخلیهٔ بار بود. موج این کشتی بزرگ را به هوا بلند کرد و روی اسکله کوبید. ۲۸ نفر که تا لحظاتی قبل برروی اسکله ایستاده بودند، قبل از سقوط کشتی در گردابی فرو رفتند و همگی غرق شدند. این موج، دیوانه‌وار به راه خود ادامه داد و تقریباً تمام تأسیسات بندری و مغازه‌ها و تجارتخانه‌های بندر را نابود کرد و برج فانوس دریایی والدز را مانند چوب کبریتی در هم شکست. نیمی از خانه‌های مسکونی و ۶۸ قایق ماهیگیری نابود شد و ۳۲

---

۱) Anchorage ۲) Valdez

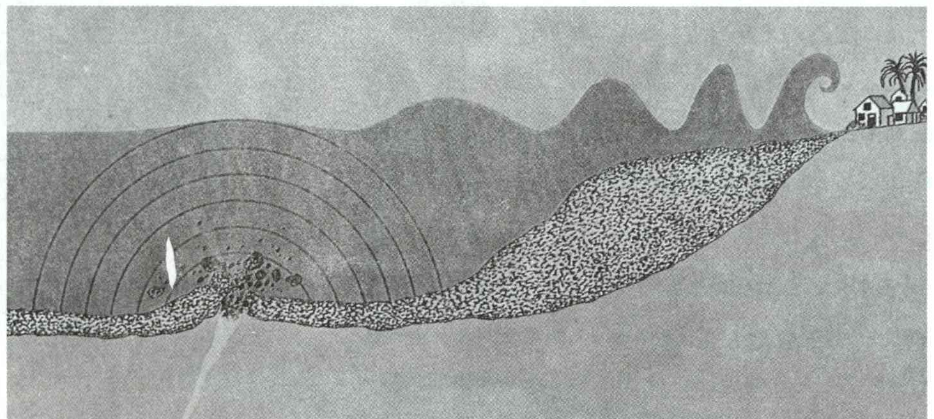


نفر دیگر هم به کام مرگ فرو رفتند.

امواج همچنان به حرکت خود ادامه دادند و در فاصلهٔ ۱۵۰ کیلومتری مرکز زلزله، بندر نفتی «زوارد»[۱] را نابود کردند. تعمیرگاههای کشتی و خانه‌های اردوگاهی در آب فرو رفت و یک لوکوموتیو بارکش ۱۱۰ تُنی واژگون شد. بدتر از همه این بود که لوله‌های لاستیکی انتقال نفت که از یک نفتکش به مخازن نفتی بندر وصل شده بود، صدمه دید و مقدار زیادی نفت از لوله‌ها خارج شد و آتش گرفت. مخازن نفت منفجر شد و نفتِ مشتعل سرتاسر بندر و بالاخره ایستگاه راه‌آهن را فراگرفت. خطوط راه‌آهن بر اثر حرارتی جهنمی ذوب شد و آنچه از هجوم آب در امان مانده بود، قربانی آتش شد. امواج سهمگین اقیانوس آرام دیوانه‌وار به سمت جنوب راهی شدند. شش ساعت پس از وقوع زلزله در آلاسکا، اولین موج کوه پیکر به جزیرهٔ کانادایی «وانکوور»[۲] رسید و یک ساعت پس از آن طغیان آب، ساحل «اورگون»[۳] (در شمال غربی ایالات متحدهٔ آمریکا) را در برگرفت. آنگاه امواج با سرعت ۶۵۰ کیلومتر بر ساعت به سوی کالیفرنیا شتافتند و در آنجا شهر کوچک «کرسنت سیتی»[۴] را نابود کردند. سپس این کوههای آب به جزایر هاوایی رسیدند و بالاخره ۶۴۰۰ کیلومتر دورتر از آن منطقه، در سواحل ژاپن ظاهر مهاجم خود را از دست دادند.

تسونامی چیست؟

آنچه توضیح داده شد، تنها بیان مختصری از عواقب «تسونامی»[۵] است. «تسونامی» یک اصطلاح ژاپنی به معنای «موج بزرگ ساحلی» است. تسونامی هنگامی ایجاد می‌شود که براثر زلزله، در بستردریا و یا فعالیت آتشفشانی در زیر دریا؛ آب به حرکت در می‌آید. آب به سنگینی وبا انرژی بسیار زیادی به نوسان در می‌آید و این حرکت، دایره‌وار گسترش می‌یابد. در این هنگام طول موج یا به عبارت دیگر فاصلهٔ قلّهٔ یک موج تا قلّهٔ موج دیگر، به ۱۵۰ تا ۶۰۰ کیلومتر می‌رسد. ارتفاع این امواج در مناطق دور از ساحل که عمق آب زیاد است، به سختی تا بیش از یک متر می‌رسد. حتی کشتیهایی که از روی این امواج عبور می‌کنند نیز متوجّه آنها نمی‌شوند. نیروی عظیم این امواج، در ساحل بروز می‌کند. در ساحل، سرعت امواج کاهش می‌یابد. توده‌های آب برروی هم انباشته می‌شود و موجهای بلندی را پدید می‌آورد. هرچه ساحل شیبدارتر باشد، به همان نسبت امواج تسونامی بلندتر می‌شود. ابتدا در طول چندین کیلومتر از خط ساحلی، آب عقب‌نشینی می‌کند؛ درست مانند یک جزر بسیار کوچک. آنگاه درکمتر از چند دقیقه، امواج هجوم می‌آورند. در این هنگام ممکن است ارتفاع



تسونامی براثر فعالیت آتشفشانی یا سایر دگرگونیهای ناگهانی کفِ دریا ایجاد می‌شود. این امواج در مناطق دور از ساحل، اغلب فقط یک متر ارتفاع دارند و کاملاً بی‌خطرند. اما هنگامی که به ساحل نزدیک می‌شوند، به کوههای عظیمی از آب تبدیل می‌شوند. هرچه شیب ساحل بیشتر باشد، ارتفاع موج به همان نسبت افزایش می‌یابد.

---

۱) Seward ۲) Vancouver ۳) Oregon ۴) Cresentcity ۵) Tsunami

موجها تا ۶۰ متر برسد. آنها با سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت به سوی خشکی می‌آیند و هرچه راکه بر سر راهشان قرار گیرد، از جا می‌کنند.

چنین فاجعه‌ای در شب ۲۶ و روز ۲۷ اوت ۱۸۸۳ میلادی [۳ و ۴ شهریور ۱۲۶۲ ه . ش.] به هنگام آتشفشانی کوه «کراکاتوا»[1] رخ داد. این کوه در جزیره‌ای به همین نام قرار دارد که متعلّق به اندونزی است و بین سوماترا و جاوه واقع است (به صفحهٔ ۳۰ کتاب مراجعه شود). نیم‌ساعت بعد، موجهای عظیم ناشی از این آتشفشانی، سواحل جاوه وسوماترا را در هم کوبید. ارتفاع این امواج ۴۰ متر بود و ۳۰۰ روستا و شهر را در مناطق پست‌ساحلی نابود کرد. در این فاجعه ۳۶ هزار تن غرق شدند.

سه موج آتشفشان دریایی در ۱۵ ژوئن ۱۸۹۶ میلادی [۲۵ خرداد ۱۲۷۵ ه . ش.] سواحل شرقی ژاپن را در هم کوبید. در واقع این امواج همهٔ شهرها و روستاهای مناطق ساحلی بین مدارهای ۳۰ و ۴۰ درجهٔ شمالی را نابود کرد. در این فاجعه ۱۰۰ هزار خانه ویران شد و ۲۷ هزار نفر جان خود را از دست دادند.



در این تصویر بلندترین موجی راکه تاکنون از آن عکسبرداری شده است، می‌بینید. این عکس در اوایل سال ۱۹۷۷ در جزایر هاوایی گرفته شده است. این موج، علاوه بر خانه‌ای که در پایین عکس دیده می‌شود، سه ساختمان دیگر را نیز نابود کرد. بومیان جزیره‌این موج راکه ارتفاعش ۱۲ متر بود، «دیو موج» نامیدند.

امواج تسونامی تا کجا پیش می‌روند؟

فاجعهٔ مشابهی در اوّل آوریل ۱۹۴۶ میلادی [۱۲ فروردین ۱۳۲۵ ه . ش.] دامنگیر جزایر هاوایی در اقیانوس آرام شد. در فاصلهٔ ۳۶۰۰ کیلومتری این جزایر در شمال اقیانوس آرام، زلزلهٔ دریایی شدیدی رخ داده بود. پس از آن امواج عظیم تسونامی با سرعت ۸۰۰ کیلومتر بر ساعت به راه افتاد و پس از ۴/۵ ساعت به «هونولولو» مرکز این مجمع الجزایر رسید. اولین موج ۵ متر و سومین موج ۱۵ متر ارتفاع داشت. در این ماجرا ۱۵۰ نفر غرق شدند. کشور شیلی در ۱۴ هزار کیلومتری محلّ وقوع این زلزلهٔ دریایی قرار داشت. تسونامی سبب شد که بر ارتفاع آب دریا در ساحل شیلی، ۱۶۰ سانتی‌متر افزوده شود.

برخلاف زلزله، امروزه ما دیگر در برابر تسونامی بی‌دفاع نیستیم. پس از فاجعهٔ سال ۱۹۴۶ در «هونولولو» یک مرکز اخطار امواج تسونامی تأسیس شد. اکنون همهٔ عواملی که ممکن است به تسونامی منجر شوند، زیر نظر گرفته شده‌اند و حاصل همهٔ اندازه‌گیری‌ها به کامپیوتر مرکزی داده می‌شود و کامپیوتر نیز آنها را تجزیه و تحلیل و ارزیابی می‌کند. امروزه می‌توان بر مبنای شواهد و واقعیات، زمان ورود امواج تسونامی را به همهٔ مناطق مورد تهدید اطلاع داد. به گونه‌ای که مردم فرصت کافی داشته باشند تا خانه‌های خود را ترک کنند و به مناطق بلندتر بروند و جان خود را حفظ کنند. به این ترتیب، می‌توان ادّعا کرد که دیگر دورهٔ وحشت از یکی از بزرگترین فاجعه‌های طبیعی، ازمیان رفته است.

---

۱) Krakatau

آتشفشان

رومیان باستان چه تصوّری از آتشفشان داشتند؟

«وِزوو» کوه زیبایی بود. این کوه شکوهمند با ارتفاع ۱۳۰۰ متر نزدیک دریای مدیترانه قرار داشت. دامنهٔ این کوه را تاکستانها پوشانده بودند و در کوهپایه‌های آن سه شهر «پُمپِی» و «هِرکولانوم» و «استابیا» ـ شهرهای ییلاقی حومهٔ ناپل امروز ـ بنا شده بود.

اگر در آن زمان ـ یعنی در سال ۷۹ میلادی ـ کسی ادعا می‌کرد که «وزوو»ی آرام یک کوه آتشفشان است و به زودی باعث فاجعه‌ای عظیم خواهد شد؛ مردم پمپی او را مسخره می‌کردند. البته آنها از وجود کوه آتشفشان اطلاع داشتند. مثلاً می‌دانستند که در جزیرهٔ کوچک «ولکانو» ـ در شمال جزیرهٔ سیسیل ـ یک کوه آتشفشان فعال به همین نام وجود دارد، ولی آنها نیز مانند رومیان باستان معتقد بودند که «ولکان» خدای آتش و آهنگری،



در ۲۴ اوت سال ۷۹ میلادی، سه شهر پمپی، هرکولانوم و استابیا زیرگدازه و خاکستر آتشفشان وزوو مدفون شد. در این حادثه ده‌هزار نفر جان باختند. تصویر بالا «فوروم» (میدان بازار) شهر پمپی را در آغاز آتشفشانی و تصویر سمت چپ حالت امروزی همان میدان را نشان می‌دهد.



این عده از اهالی شهر پمپی زیر بارانی از خاکستر خفه شدند. بدن آنها به مرور زمان از بین رفت و در خاکستر سختی که آنها را فرا گرفته بود، حفره‌هایی پدید آمد. این حفره‌ها درست قالب بدن قربانیان بود. این قالبها توسط باستان‌شناسان با گچ مجسمه‌سازی پر شده است.

کارگاه خود را در اعماق این کوه بنا کرده است و در آنجا تیرهای «دیانا» (الههٔ شکارِ روم باستان)، نیزه‌های صاعقهٔ «ژوپیتر» (خدای خدایان روم باستان)، زره «هرکول» (پهلوان نیرومند افسانه‌های یونان و روم باستان) و سپر «آشیل» (پهلوان رویین‌تن یونان باستان) را می‌سازد، آتش و دودی که گاه‌گاه از قلّهٔ کوه بیرون می‌آمد، به کورهٔ آهنگری او منسوب می‌شد و صدای غرّش مهیبی که اغلب از این کوه شنیده می‌شد و تکانهای مکرّر زمین در نظر مردم چیزی جز صدا و تکان ضربه‌های پتک خدای آتش و آهنگری نبود. آنها فکر می‌کردند که کوه وزووی آرام و صلحجو هیچ ارتباطی با این ماجرا ندارد.

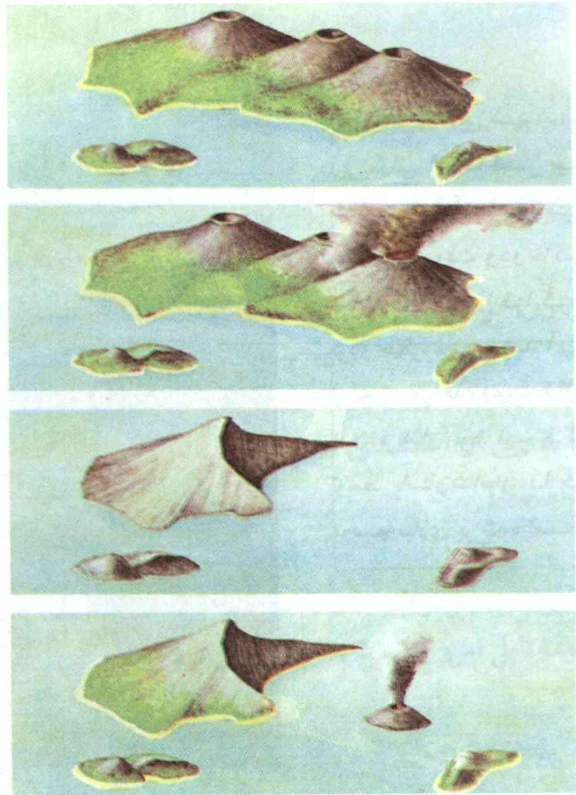
پمپی چگونه نابود شد؟

در ۲۴ اوت سال ۷۹ میلادی ده‌هزار انسان قربانی این تصوّر خرافی شدند. لایهٔ نازکی که دهانهٔ آتشفشان وزووو را به مدّت هزارها سال مسدود کرده بود، مانند چوب‌پنبه‌ای به هوا پرتاب شد و آسمان آفتابی «کامپانیا»[1] را تاریک کرد. قطعات بزرگ سنگ به هوا پرتاب شد و کیلومترها از زمین فاصله گرفت. قلّهٔ کوه با صدایی گوشخراش منفجر شد. آسمان در پشت ابر تیره‌ای از خاکستر پنهان شد. این ابر سه روز تمام بر فراز منطقه باقی ماند. تعداد زیادی از ساکنان منطقه در اثر سقوط سنگهای عظیم و برخی دیگر به خاطر خفگی از بین رفتند. عده‌ای زیر قشری از گدازه‌های آتشفشانی، مدفون شدند. پمپی زیر لایه‌ای از خاکستر و سنگهای کوچک آذرین پنهان شد. این لایه ضخامتی در حدود هفت تا هشت متر داشت. هرکولانوم را سیلی از مواد مذاب فراگرفت. این سیل زمانی به وجود آمد که بلافاصله پس از شروع آتشفشان، باران شدیدی بارید و خاکستر و گدازه‌ها را جاری کرد. به این ترتیب استابیا نیز کاملاً از بین رفت.

بالاخره پس از سه روز در روز ۲۷ اوت، خورشید دوباره از میان ابرها بیرون آمد و برروی شهرهای مرده تابید. بازماندگان این فاجعه چند روزی به دنبال اموال خود گشتند و خرابه‌ها و خاکسترهای آتشفشانی را زیر و رو کردند. سپس‌از شهرها دور شدند. یک هیئت پژوهشی که از طرف دولت مرکزی در رُم برای بررسی منطقه فرستاده شده بود، گزارش کرده است که: «هر سه

---

۱) Campania



جزایر آتشفشانی کراکاتوا بین جاوه و سوماترا در هنگام آتشفشانی (بالا)، پس از آن (وسط) و امروز (پایین). «فرزند کراکاتوا» به آهستگی از دریا سر برمی‌آورد و رشد می‌کند.

شهر گم شده است.» عاقبت وزوو آرام گرفت و پس از گذشت چند سده، دیگر هیچ کس نمی‌دانست که زمانی شهرهایی به نام «پمپی»، «هرکولانوم» و «استابیا» وجود داشته است.

در سدهٔ هیجدهم، این سه شهر به‌طور کاملاً اتفاقی کشف و حفّاری شد. کشف این سه شهر توسط باستان‌شناسان و یافتن اشیای هنری و لوازم زندگی روزمرهٔ مردم آن زمان، باعث گسترش شناخت محققان از فرهنگ و سنّت ساکنان پیشین آن منطقه شد.

کدام آتشفشان بیشترین قربانی را گرفت؟

آتشفشانی کوه کراکاتوا که در صفحات قبل [صفحه ۲۷ کتاب] به آن اشاره شد، پیامدهایی شدیدتر از عواقب آتشفشانی کوه وزوو داشت. این جزیره که ۳۳ کیلومتر مربع مساحت داشت و از سه دهانه آتشفشان قدیمی تشکیل می‌شد، در شب ۲۶ اوت ۱۸۸۳ میلادی [۳ شهریور ۱۲۶۲ هـ. ش.] با یک سلسله انفجارهای عظیم به لرزه در آمد. این انفجارها به قدری شدید بود که صدای آنها تا صدها کیلومتری شنیده می‌شد. ابرهایی از خاکستر تا ارتفاع ۷۵ کیلومتر به هوا بلند شد و غبار برخاسته از آتشفشان، همه جا پراکنده شد. ۱۸ کیلومتر مکعب گدازهٔ آتشفشانی به هوا برخاست و ۲/۳ جزیره در سیل و طوفان و طغیان آب نابود شد. البته این جزیره مسکونی نبود و در آنجا کسی از بین نرفت. ولی موجی به ارتفاع ۳۵ متر که بر اثر آتشفشانی به وجود آمد، در جزایر جاوه و سوماترا [در اندونزی] ۳۶ هزار تن را در کام مرگ فرو برد و ۲۹۵ روستا و شهر را نابود کرد. موجها یک کشتی جنگی هلندی را در سوماترا از جا کندند و با سرعتی بسیار زیاد آن را سه هزار متر جابه‌جا کردند و با شدّت به صخره‌ای ساحلی کوبیدند.

باقیماندهٔ جزیرهٔ کراکاتوا تا سال ۱۹۲۷ آرام باقی ماند. آن‌گاه آتشفشانیهای جدیدی شروع شد و در همان محلّ قبلی، تپهٔ جدیدی شروع به شکل گرفتن کرد. در سال ۱۹۵۲ ارتفاع قلّهٔ این تپه از سطح آب دریا، ۷۰ متر بود. این تپه همچنان آهسته و پیوسته در حال رشد است. نام این جزیرهٔ جدید را «آناک کراکاتوا»(۱) یا «فرزند کراکاتوا» گذاشته‌اند.

آتشفشانها بیشتر در چه مناطقی قرار دارند؟

تقریباً ۶۰۰ آتشفشان فعال در زمین وجود دارد. هر آتشفشان فعال، پس از دوره‌ای آرامش طولانی یا کوتاه، دوباره به آتشفشانی می‌پردازد. اغلب آنها روی مرز قطعات یا صفحات پوستهٔ زمین ـ که قبلاً ضمن بحث «تکتونیک صفحه‌ای» از آنها سخن گفتیم ـ قرار دارند. دور تا دور اندونزی، که بر چنین لبه‌ای واقع است، بیش از ۱۰۰ آتشفشان فعال وجود دارد. مرز بین صفحات آمریکای شمالی و اقیانوس آرام در ساحل غربی آمریکا نیز با

---

۱) Anak Krakatau

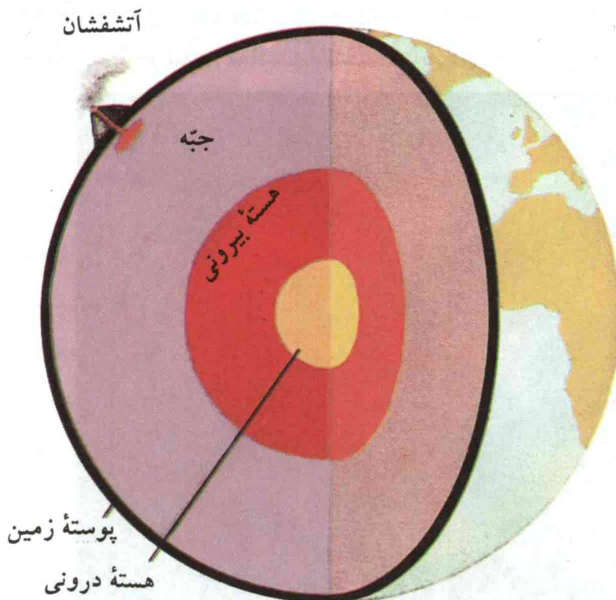
بیش از یک دوجین آتشفشان که در سدهٔ قبل آتشفشانی کرده‌اند، یکی از فعالترین مناطق آتشفشانی جهان است.

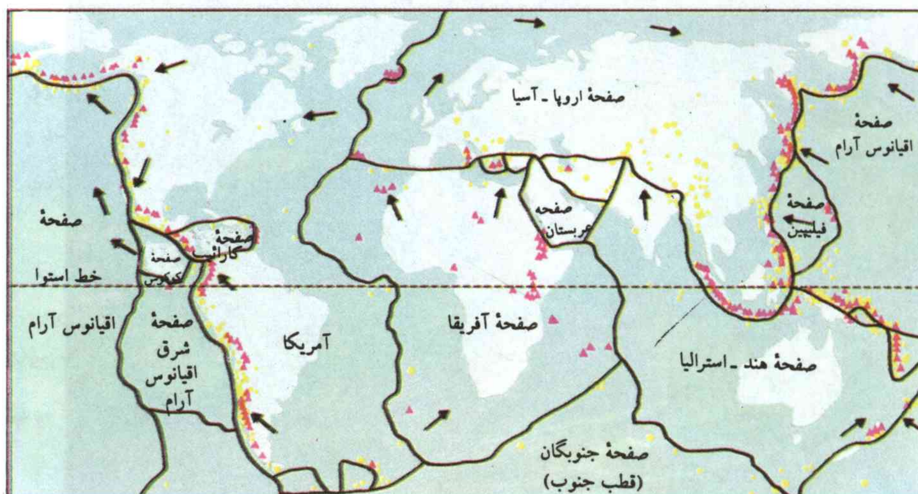
برای درک اینکه چگونه یک آتشفشان ایجاد می‌شود و چرا آتشفشانی دقیقاً روی لبه‌های صفحات پوستهٔ زمین اتفّاق می‌افتد، باید ابتدا ساختمان کرهٔ زمین را بررسی کنیم.

فعالیت آتشفشانی چیست؟

زمین از چهار لایهٔ کاملاً مشخص تشکیل شده است که هر کدام خصوصیات خاص خود را دارند. در مرکز زمین هستهٔ درونی قرار دارد و دور آن را به ترتیب از داخل به خارج، هستهٔ بیرونی، جُبّه و پوستهٔ زمین احاطه کرده‌اند. لایهٔ خارجی یا پوستهٔ جامد زمین که ما برروی آن زندگی می‌کنیم، در مقایسه با شعاع کرهٔ زمین که ۶۳۷۰ کیلومتر است، بسیار نازک است. این لایه در زیر اقیانوسها ۷ تا ۱۳ کیلومتر، و در زیر قارّه‌ها ۳۰ تا ۷۰ کیلومتر قطر دارد. جُبّه نیز جامد است و تا عمق ۲۹۰۰ کیلومتری زمین می‌رسد. ظاهراً تنها هستهٔ بیرونی زمین که از عمق ۲۹۰۰ کیلومتری آغاز می‌شود و در عمق ۵۱۰۰ کیلومتری به پایان می‌رسد، از مواد مذاب سنگین تشکیل شده است. هستهٔ درونی زمین حدود شش‌هزار درجهٔ سانتی‌گراد حرارت دارد ولی با وجود این جامد است. جامد بودن این بخش، احتمالاً بر اثر فشارهای عظیمی است که از هر سو بر آن وارد می‌شود. مواد مذابی را که در آغاز فعالیت آتشفشانی از درون زمین خارج می‌شود، «ماگما»[۴] می‌نامند. این مواد مذاب، به اعتقاد زمین‌شناسان در بخش تحتانی پوستهٔ زمین و در بخش فوقانی جُبّه در عمق ۳۰ تا ۹۰ کیلومتری ایجاد می‌شوند. سنگها در چنین عمقی آنچنان داغ‌اند که قاعدتاً باید مذاب باشند. ولی به خاطر فشارهای عظیمی که لایه‌های سنگی بالایی بر آنها وارد می‌آورند، جامد باقی می‌مانند.

این فشار همواره یکسان و یکنواخت باقی می‌ماند و تنها در نقاطی که دو صفحه به یکدیگر ساییده می‌شوند، ممکن است کاهش یابد. سنگها در این نقاط به حالت مذاب در می‌آیند و منبسط می‌شوند. در این هنگام «ماگما» راه خود را به سوی بالا باز می‌کند و با نیروی عظیمی از پوستهٔ زمین خارج می‌شود. فعالیت آتشفشانی بدین صورت آغاز می‌شود.





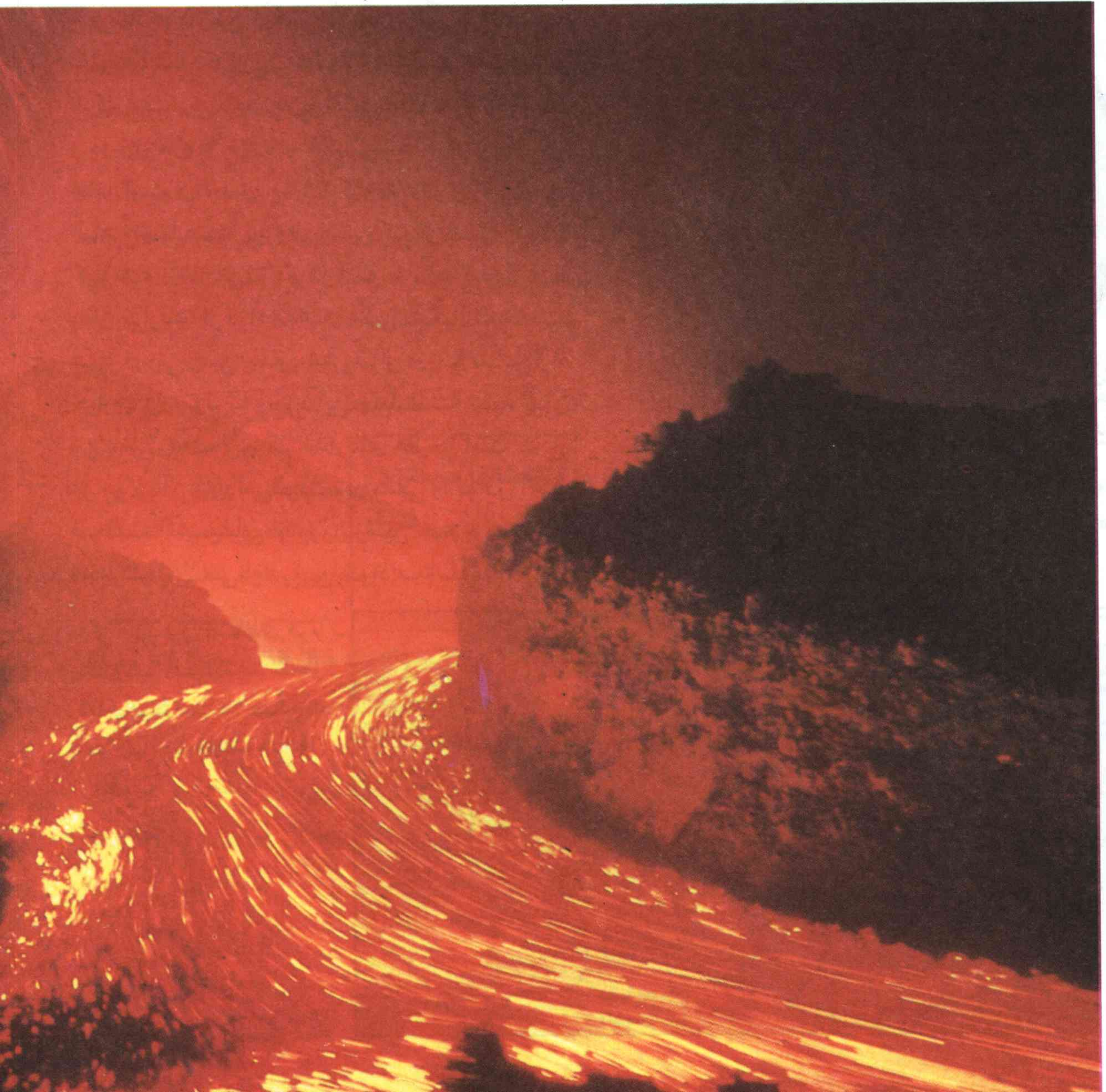
مناطق آتشفشانی (مثلثهای قرمز رنگ) نیز اغلب مانند مناطق زلزله‌خیز در حاشیهٔ صفحات پوستهٔ زمین قرار دارند.

هنگامی که ماگما به طرف پوسته صعود می‌کند و ضمن

فوران چگونه آغاز می‌شود؟

آن حرارت خود را از دست می‌دهد، گازهایی آزاد می‌شود. هنگام فوران، این گازها همراه با مقدار زیادی ماگما که به پودر تبدیل شده است، به صورت خاکستر به هوا پرتاب می‌شود. بقیهٔ ماگما به صورت گدازهٔ آتشفشانی از دهانه جاری می‌شود. اگر ماگما گاز زیادی داشته و مقاومت پوستهٔ زمین در برابر فوران نیز شدید باشد، آغاز فوران اغلب با انفجار همراه است. در چنین فورانهایی اغلب قطعات سنگی جامد نیز همراه خاکستر آتشفشانی به هوا پرتاب می‌شوند. اما اگر گاز ماگما کم باشد یا اینکه ماگما بتواند به دلیل رقیق بودن یا شکستگی پوستهٔ زمین، به سادگی خارج شود؛ فعالیت آتشفشانی به صورت جریان آرام گدازه‌ای خواهد بود.

نیروی ماگما و گازهای آن، شکافی دودکش مانند در پوستهٔ زمین ایجاد می‌کند. هنگام فعالیت آتشفشانی، ماگما و گازها از این شکاف به خارج راه می‌یابند. در انتهای بالایی شکاف «دهانهٔ آتشفشان» ایجاد می‌شود. بخشی از گدازه که پس از خروج در جای خود می‌ماند و سرد می‌شود، دور تا دور دهانه انباشته می‌شود و به‌صورت مخروط در می‌آید. به این ترتیب باگذشت سالیان و پس از فورانهای متعدد، کوهی مخروطی شکل ایجاد می‌شود که پس از هر فوران جدید، بیشتر رشد می‌کند. بلندترین کوه آتشفشان زمین، «مائونالو»[1] در جزایر هاوایی است. البته این کوه فقط ۴۱۷۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. امّا اگر از ریشه‌اش در کف دریا اندازه‌گیری شود، ارتفاع آن حدود ده‌هزار متر است. به عبارت دیگر از «قلّهٔ اِوِرِست» (بلندترین قلّهٔ زمین به



ارتفاع ۸۸۵۳/۵ متر در رشته کوههای هیمالیای مرکزی در مرز تبّت و نپال ـ م.) نیز مرتفعتر است.

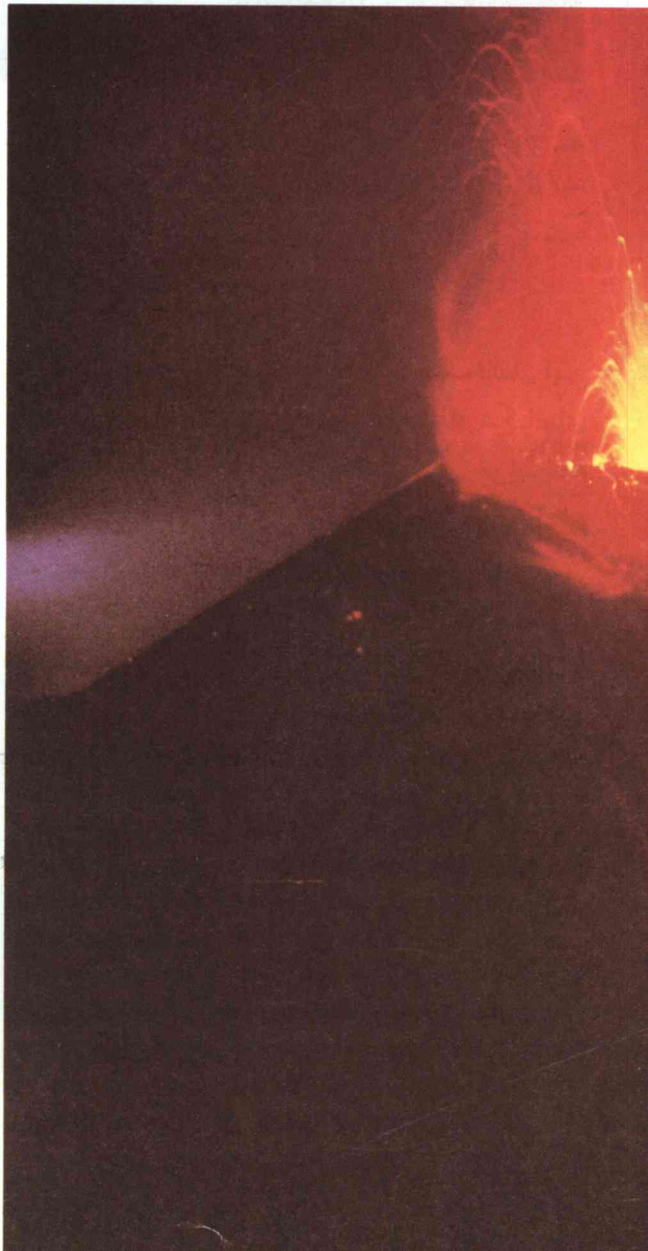
«دهانهٔ آتشفشان» تقریباً همیشه در قلّهٔ کوه قرار دارد. قطر برخی از این دهانه‌ها فقط چند متر است. بعضی دیگر ـ به خصوص دهانه‌های آتشفشانهای قدیمی ـ به‌طور چشمگیری بزرگترند. بزرگترین دهانهٔ آتشفشان فعّال، متعلّق به قلّهٔ «آنیاکچاک[۲]» در آلاسکاست. قطر این دهانه تقریباً نُه کیلومتر است.

در آتشفشانهای بزرگی که فقط یک دهانه دارند، ممکن است ماگما راه‌خروجی دیگری را برگزینند و دهانهٔ جدیدی به وجود آورد. دهانهٔ جدید لزوماً بر قلّهٔ کوه قرار ندارد، بلکه می‌تواند از هرجا سرباز کند. تقریباً تمام آتشفشانهای بزرگ، دهانه‌های متعدّدی دارند. کوه آتشفشان فعّال «اتنا[۳]» در جنوب ایتالیا بیش از ۲۶۰ دهانه دارد.

چگونه می‌توان از خود در برابر گدازه‌ها حفاظت کرد؟

اولین بار در ۲۳ ژانویه ۱۹۷۳ میلادی [۲۳ بهمن ۱۳۵۱ هـ . ش.] در جزیرهٔ «های‌می»[۴] در ایسلند ثابت شد که انسان در برابر نیروی مرگبار آتشفشان، بی‌دفاع و درمانده نیست. در فاصله‌ای نه چندان دور از آتشفشان خاموش «هلگافِل»[۵] زمین شکافی به‌طول ۱۵۰۰ متر برداشت و خاکستر آتشفشانی و گدازهٔ فراوانی از آن بیرون آمد. یک آتشفشان متولّد شده بود.

جزیره بلافاصله از ۵۳۰۰ نفر ساکنانش تخلیه شد. فقط ۲۰۰ مرد برای نجات شهر در جزیره ماندند. در حالی که گدازه به آهستگی به سمت بندر «وستمانیار»[۶] می‌غلتید، کارکنان آتش‌نشانی برروی تودهٔ مذاب که تا ۲۰۰ متری شهر نزدیک شده بود، آب می‌پاشیدند. گدازه بر اثر برخورد با آب سرد، جامد می‌شد و از حرکت باز می‌ایستاد. به این ترتیب سدّی به وجود آمد که سیل گدازهٔ روان در پشت آن انباشته شد. با این همه، کارکنان اندک آتش‌نشانی نمی‌توانستند کار زیادی انجام دهند. گدازه‌های آتشفشانی هفته‌ها از شکاف ایجاد شده روان بود و از سدّ سرریز می‌کرد. به نظر می‌رسید که شهر و بندر از دست رفته است. در این هنگام ایسلندیها نیروی قویتری را به یاری خواندند. کشتیِ لایروبیِ «سندی» با لوله‌های بسیار بزرگ خود آب دریا را با فشار برروی گدازه‌ها پاشید. علاوه بر آن، شبکه‌های آبرسانی دیگری ایجاد شد تا آب بیشتری برروی گدازه‌های در حال پیشروی پاشیده شود. ۴۳ پمپ قوی شب و روز آب فراوانی را برروی سیل گدازه‌ها می‌پاشید.



در آغاز آتشفشانی کوه «تولباچیک» (در «کامچاتکا»ی شوروی سابق) در سال ۱۹۷۵ سنگهایی سرخ و داغ به هوا پرتاب شد و گدازه‌هایی با هزار درجهٔ سانتی‌گراد حرارت، از دامنهٔ کوه جاری گشت.

---

۱) Maunaloa ۲) Aniakchak crater ۳) Etna یا Aetna
۴) Heimaey ۵) Helgafjell ۶) Vestmannaeyjar



ساکنان جزیرهٔ «های‌می» (در ایسلند) از نیروی آب کمک گرفتند و با سیل گدازه‌های آتشفشان «هلگافیل» به نبرد پرداختند. بدین سان بالاخره مواد مذاب را از حرکت باز داشتند و شهر نجات یافت.

تقریباً نیمی از سال به این نبرد گذشت. در تمام این مدّت از آتشفشان هلگافیل گدازه و خاکستر بیرون می‌آمد. سرانجام انسان بر طبیعت چیره شد و سیل گدازه از جریان باز ایستاد. البتّه خانه‌های زیادی از بین رفت ولی قسمت اعظم شهر وستمانیار سالم باقی ماند. همچنین بندرگاه نجات پیدا کرد و مردم شهر نیز هیچ آسیبی ندیدند.

مردم ساکن کوهپایه‌های «اتنا» نیز در اوایل سال ۱۹۸۳ به نوع دیگری به دفاع در برابر گدازه‌ها پرداختند. هنگامی که این کوه آتشفشان دیگر بار فعّال شد و گدازهٔ زیادی از کوه سرازیر گشت، تعدادی از روستاها در معرض نابودی قرار گرفتند. اهالی سیسیل، زمین شناسان و متخصّصان کار با مواد منفجره را به یاری خواندند. آنها مأموریت یافتند که قبل از رسیدن گدازه‌ها به اوّلین روستا، با انفجار، بستر جدیدی ایجاد کنند تا جریان گدازه‌ها از کنار روستا عبور کند. مخالفان این طرح، می‌ترسیدند که موج انفجار با ایجاد شکافهای تازه، موجب فوران بیشتر گدازه‌ها شود. ولی خوشبختانه این ترس بی‌مورد بود. جریان گدازه‌ها از مسیر قبلی منحرف شد و به هیچ خانه‌ای آسیب نرسید.

چگونه می‌توان فعّال شدن آتشفشان را تشخیص داد؟

امروزه دانشمندان زمین‌شناسی که در مورد آتشفشانها و فعّالیت آنها تحقیق می‌کنند، در پیش‌بینی خطر فعّال شدن آتشفشانها پیشرفت زیاد کرده‌اند. تقریباً بر فراز تمام آتشفشانهای بزرگِ شناخته شده در سراسر زمین، ایستگاههای ایمنی تأسیس شده است.

دانشمندان شب و روز با پیشرفته‌ترین دستگاهها

فعّالیت این کانونهای خطر را ارزیابی می‌کنند. آنها حرارت سنگها را اندازه می‌گیرند، ترکیب شیمیایی گازهایی راکه از زمین خارج می‌شود بررسی می‌کنند، به سوی دیوارهٔ دودکش آتشفشان کانالهای زیرزمینی می‌زنند و با دقیقترین وسایل به صداهای آتشفشان گوش می‌دهند. زیرا حرارت، گازها و صداها می‌توانند شواهد زیادی دربارهٔ خطر آغاز فعّالیت آتشفشانی فراهم کنند.

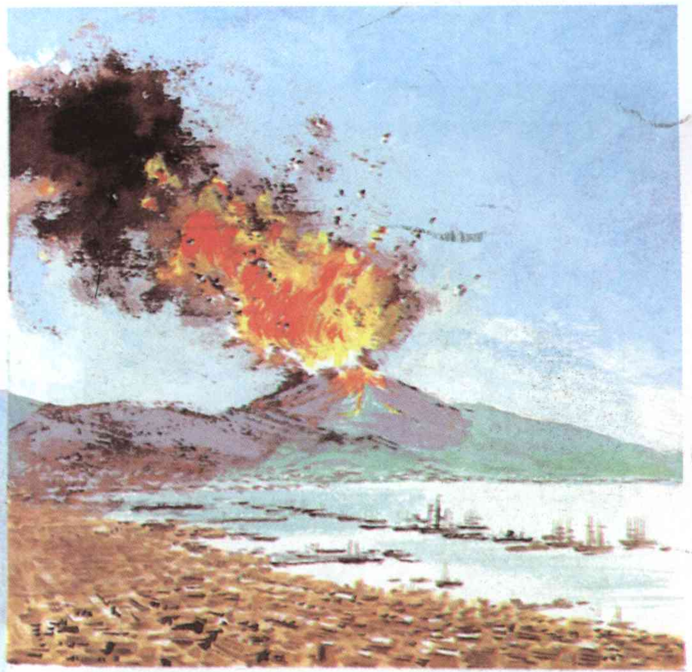
دانشمندان سلاح دیگری نیز برای جنگ با این خطر در اختیار دارند. آنان سطح کوه آتشفشان را متر به متر و سانتی‌متر به سانتی‌متر دقیقاً اندازه‌گیری می‌کنند. تجربه نشان داده است که سطح کوه آتشفشان قبل از آغاز فعّالیت آتشفشانی، به گونه‌ای که گویی آتشفشان نفس می‌کشد، منبسط می‌شود. این مسئله به خاطر تراکم گازهایی است که ضمن سرد شدن ماگما از آن خارج می‌شود. تراکم این گازها باعث تغییراتی در سطح کوه آتشفشان می‌شود. دانشمندان با استفاده از پرتوهای لیزری که تغییرات بسیار کوچک ۰/۰۳ میلی‌متری را نیز ثبت می‌کنند، می‌توانند دریابند که آیا حتّی یک سنگ کوچک نیز برروی کوه آتشفشان جابه‌جا شده است یا خیر.



دانشمندی شجاع باپذیرش خطر به دهانهٔ آتشفشان فعّالِ «مائونالو» در جزایر هاوایی نزدیک می‌شود تا حرارت و ترکیب شیمیایی گازها و گدازه‌های آتشفشانی را بررسی کند.



هنگامی که در ژوئیه ۱۹۸۰ میلادی [۱۳۵۹ هـ . ش.] آتشفشان سنت‌هلن درایالت واشنگتن آمریکا فعّالیت خود را با انفجار آغاز کرد، ابری از دود به ارتفاع ۱۵ هزار متر به هوا بلند شد. در این انفجار، قلّهٔ این کوه ۲۹۵۰ متری نیز به هوا پرتاب شد.





چه کسی درماجرای آتشفشانی کوه پله زنده ماند؟

اگر این پیشرفتها ۸۰ سال قبل صورت گرفته بود، می‌شد از وقوع یکی از بزرگترین فاجعه‌های آتشفشانی تاریخ زمین پیشگیری کرد. در ساعت هفت و پنجاه و دو دقیقهٔ روز هشتم ماه مه سال ۱۹۰۲ میلادی [۲۶ اردیبهشت ۱۲۸۱ هـ . ش.] آتشفشانِ انفجاری کوه پله [۱] در جزیرهٔ مارتینیک[۲] واقع در دریای کارائیب آغاز شد. البته روزهای پیش از آن نشانه‌های هشدار دهنده‌ای مشاهده شده بود. بخارهای گوگردی متراکم از دهانهٔ آتشفشان بلند شده و ابرهایی از خاکستر به آسمان برخاسته بود و درهمه جا لاشهٔ دامها و پرندگان که در اثر گازهای سمّی خفه شده بودند، پراکنده شده بود. روزنامه‌هااخطار کردند که به زودی آتشفشان فعّال خواهد شد. دو هزار نفر از ساکنان وحشت‌زدهٔ شهرک «سنت‌پی‌یر» هم که دقیقاً در پایین کوه پله قرار داشت، ترک دیار کردند. ولی ۳۰ هزار نفر دیگر خود را به دست شانس سپردند و در شهر باقی ماندند. در هفتم ماه مه خبر رسید که آتشفشان «سوفریر»[۳] در جزیرهٔ «سنت‌وینسنت»[۴] در همسایگی جزیره مارتینیک شروع به فعّالیت کرده است و دو هزار نفر کشته شده‌اند. خیال مردم شهر «سنت‌پی‌یر» راحت شد و پنداشتند که زمین آنچه را در درون داشته بیرون ریخته و خطر از جزیرهٔ آنها رفع شده است. امّا آنها اشتباه می‌کردند.

در بامداد روز هشتم ماه مه در زمانی کوتاه سه انفجار شدید پی‌در پی شنیده شد و آن‌گاه موج بزرگی از گدازه‌های داغ با سرعت زیاد به سمت شهرک «سنت‌پی‌یر» سرازیر شد. آسمان همچون شب تیره شد و گدازه‌ها به شهر رسید. گرمای سوزان، هرچه راکه سوختنی بود به آتش کشید. در بندرگاه چندین هزار بشکه مایعات الکلی که قرار بود به اروپا صادر شود، منفجر شد. تمام شهر در آتش‌سوزی وحشتناکی نابود شد.

---

۱) Mont Pelé ۲) Martinique ۳) Soufrière ۴) St. Vincent



از ۳۰ هزار تن که در شهر مانده بودند، فقط دو نفر جان سالم به در بردند. یک کفّاش جوان که در لحظهٔ شروع حادثه می‌خواست وارد شهر شود، باوجود جراحات شدیدی که برداشته بود، توانست خود را به روستایی در ارتفاعات بالاتر برساند و نجات یابد. نجات یافتهٔ دیگر، جنایتکاری به نام «آگوست سیپاریس» بود که بایستی زمانی طولانی را در زندان به سر می‌برد. سلول او پنجره نداشت و تنها دریچهٔ مشبّک کوچکی برروی در سلول داشت. سلول آنچنان داغ شده بود که او دچار سوختگی شدید شد، ولی به شکلی معجزه‌آسا جان سالم به در برد.

فاجعه‌ای که برای ۳۰ هزار تن حاصلی جز مرگ ونیستی نداشت، بر سرنوشت سیپاریس تأثیری دیگر گذاشت. چهار روز پس از فاجعه، گروههای نجات او را یافتند و نجات دادند. فرماندار جزیره او را عفو کرد و سیپاریس سلامت خود را باز یافت و برای کار به سیرک بزرگی پیوست. او با لقب «زندانی سنت‌پی‌یر» همراه کاروانهای سیرک به کشورهای مختلف سفر کرد و هر غروب ماجرای خود را روی صحنهٔ سیرک برای مردم تعریف می‌کرد و اثر سوختگیهای بدن خود را به آنها نشان می‌داد.





این چهار تصویر که براساس گزارشهای شاهدان عینی کشیده شده است، انفجار کوه آتشفشان پله را در جزیره مارتینیک نشان می‌دهد. عکس بالا (چپ) پس از فاجعه از شهر «سنت‌پی‌یر» گرفته شده است.

طوفان و گردباد

ما در بستر اقیانوس عظیمی از گاز زندگی می‌کنیم. این

باد چگونه ایجاد می‌شود؟

اقیانوس تمام کرهٔ زمین را در بر گرفته است و عمق آن تا هزار کیلومتر می‌رسد. این اقیانوس را «اتمسفر» می‌نامیم. تقریباً $\frac{1}{5}$ از این گاز را اکسیژن تشکیل می‌دهد و حدود $\frac{4}{5}$ آن از نیتروژن تشکیل شده است. این مجموعه را «هوا» می‌نامیم.

دریای گازی اتمسفر نیز همچون دیگر دریاها ناآرام است. تابش خورشید، گردش زمین به دور خود و بسیاری از نیروهای دیگر موجب می‌شود که هوا همواره در حرکت باشد. هوای متحرک را باد می‌نامیم.

ما نمی‌توانیم بدون هوا و باد زندگی کنیم. ما هوا را تنفس و اکسیژن آن را جذب می‌کنیم. بادها نیز در واقع «تأسیسات تهویهٔ هوا»ی سیارهٔ مایند. جابه‌جایی هوای گرم استوایی و هوای سرد قطبی بر عهدهٔ بادهاست. باد، ابرهای باران‌زا را جابه‌جا می‌کند تا بر کشتزارها ببارند، کشتزارهایی که بدون آب هیچ چیز در آنها نمی‌روید. بنابراین هوا یکی از مهمترین ضروریات زندگی ماست. اما همین هوا می‌تواند نابودکننده نیز باشد؛ حتی گاهی نابودکننده‌تر از تمام نیروهای طبیعی دیگر.

دریاسالار انگلیسی «فرانسیس بیوفورت»(۱) در سال

تندباد چیست؟

۱۸۰۶ مقیاسی را برای سنجش سرعت باد ابداع کرد که به نام او «مقیاس بیوفورت» نامیده شد. او در این مقیاس، شدت باد را با توجه به سرعت آن به ۱۲ واحد تقسیم کرد. بادی با شدت ۹، یعنی بادی با سرعت ۲۰ تا ۲۴ متر بر ثانیه که به خانه‌ها و بامها خسارت می‌زند. ولی اگر باد با سرعت



در تابستان سال ۱۹۷۹ طوفان «دیوید» با سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت فلوریدا و تگزاس (در ایالات متحده آمریکا) را در نوردید. ۱۷ تن در این طوفان جان باختند و صدها خانه نابود شد.

۳۲ متر بر ثانیه یا بیش از آن بوزد، آن را «تندباد» یا «طوفان» می‌نامیم. مسیر چنین بادهایی با خرابیها و خسارتهای سنگینی که به جا می‌گذارند، مشخص می‌شود.

خطرناکترین طوفانها، آنهایی‌اند که در ساحل دریاها و یا در مصب رودخانه‌های بزرگ رخ می‌دهند، طوفان، آب را به شکل کوههایی از امواج بلند در می‌آورد و با شدت به سوی ساحل می‌راند. امواج نیز تا عمق ساحل پیش می‌روند و هرچه را که تندباد سالم گذاشته است، نابود می‌کنند.

در ژانویهٔ ۱۹۵۳ میلادی [دی‌ماه ۱۳۳۱ هـ . ش] بادهای طوفان‌زا از سمت شمال بر فراز دریای شمال وزیدن گرفت و دریا را به تلاطم در آورد. چون آب نمی‌توانست به راحتی از کانال تنگ [مانش ـ م .] به

---

۱) Sir Francis Beaufort

اقیانوس راه یابد، در امتداد سواحل انگلستان و هلند انباشته شد. در سواحل دو کشور آب دریا شش‌متر بالا آمد. مناطق نزدیک به ساحل زیر آب رفت، بسیاری از سدهای ایمنی شکست و آب تقریباً تمام جنوب غربی هلند را فراگرفت. در انگلستان امواج شدید دریای طوفانی باراندازها، اسکله‌ها، اتومبیلها و خانه‌ها را در هم کوفت و با خود برد. در هلند ۶۸ هزار نفر از مردم سیل‌زده به مناطق امن منتقل شدند و ۱۸۳۵ نفر در طغیان آب جان باختند.

نه سال بعد تندباد مهیبی آلمان را در هم نوردید. در شب ۱۶ و روز ۱۷ فوریه ۱۹۶۲ میلادی [۲۷ و ۲۸ بهمن ۱۳۴۰ هـ . ش.] دو پدیدهٔ کاملاً مستقل از یکدیگر جمع شدند و فاجعه‌ای بزرگ آفریدند. طوفانی با شدت ۱۱ تا ۱۲ از شمال غربی به سمت مصب رودخانهٔ «البه»[1] (جمهوری چک و آلمان) وزیدن گرفت. درست در همان زمان آب رودخانهٔ «البه» نیز بالا آمده بود. در آن هنگام به جای آنکه آب به دریای شمال بریزد، تندباد آن را در بستر رودخانهٔ «البه» به سمت بالای رودخانه پس راند. به همین دلیل در این مناطق رودخانه طغیان کرد و سیلابی به ارتفاع ۶ متر جاری شد و سدّها را شکست و خانه‌ها را فرو ریخت. امکان فرار نیز وجود نداشت، زیرا جاده‌ها و خطوط آهن زیر آب رفته بود؛ هزاران نفر از کسانی که در جریان طغیان آب محاصره‌شده‌بودند، توسط پلیس، ارتش و داوطلبانی که بیشتر آنها جوان بودند، از مرگ نجات یافتند. با این همه ۳۱ تن جان خود را از دست دادند.

گردبادهای استوایی نیز به اندازهٔ تندبادهای شدید خطرناک‌اند. این گردبادها را در آمریکا «هاریکن» و در آسیا «تیفون» می‌نامند.

گردباد چگونه ایجاد می‌شود؟

سالانه حدود ۹۰۰ گردباد در آمریکا ـ به خصوص در ایالات «تگزاس» و «اُوهایو» ـ می‌وزد و هر سال به طور میانگین ۱۱۴ تن قربانی این گردبادها می‌شوند. شدیدترین گردبادی که تاکنون دیده شده‌است در ۱۸ مارس ۱۹۲۵ میلادی [۲۷ اسفند ۱۳۰۳ هـ . ش.] سه ساعت تمام غرب آمریکا را در هم نوردید و ۶۸۹ تن را به کام مرگ کشاند.

هنگام شروع گردباد، ابرهای سیاهی در ارتفاع پایین پدیدار می‌شوند که مناظر را به رنگ سبز و هم‌انگیزی در می‌آورند. هوا گرم و شرجی می‌شود، باد ملایمی می‌وزد، باران می‌بارد و دمای هوا در مدت کوتاهی ۱۵

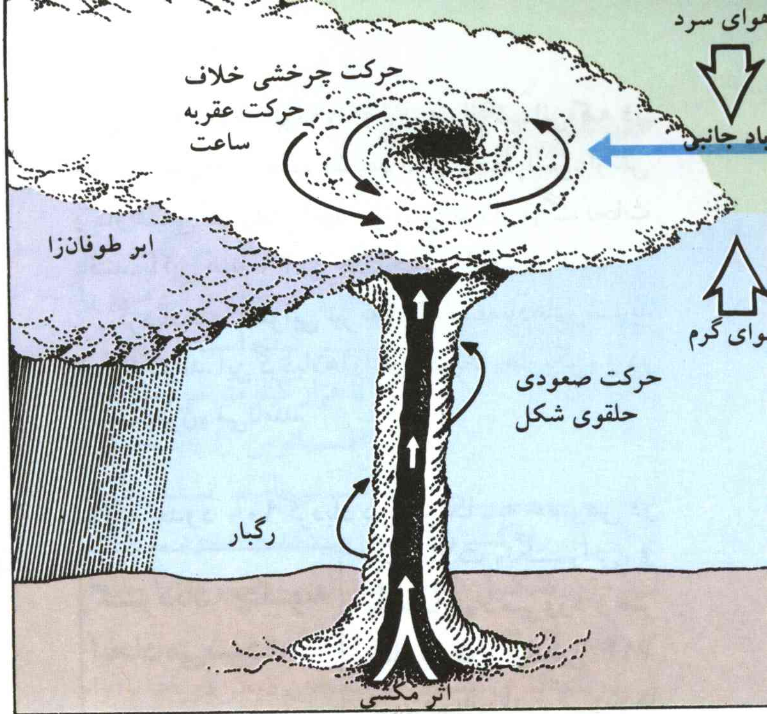


در ۱۷ فوریهٔ ۱۹۶۲ میلادی، وقتی مردم هامبورگ از خواب برخاستند، بخشهای زیادی از شهرشان زیر آب بود. هزاران نفر در محاصرهٔ سیل بودند و بایستی با قایق و هلی‌کوپتر نجات داده می‌شدند.

---

۱) Elbe





در پنجم ژوئن ۱۹۶۶ میلادی [۱۵ خرداد ۱۳۴۵ ه. ش.] گردباد هولناکی از ایالت اوکلاهما در ایالات متحدهٔ آمریکا گذشت و مسیر عریضی از خرابی برجای گذاشت. تصویر سمت راست برشی از یک گردباد را نمایش می‌دهد. چنین گردبادهایی زمانی ایجاد می‌شوند که هوای گرم و سرد در مسیر بادی جانبی با یکدیگر برخورد کنند.

درجه کاهش می‌یابد. آنگاه ناگهان از یک ابر، ستونی از هوای در حال چرخش مانند لوله‌ای به سوی زمین می‌آید. سپس این «خرطوم» عظیم که ابتدا رنگی روشن دارد تیره می‌شود. گردباد در تماس با زمین حرکت می‌کند و چون فشار داخل آن کمتر از فشار جوّ است، قدرت مکش دارد و گرد و خاک و زباله‌ها و بقایای خرابیهایی راکه به وجود آورده است به هوا بلند می‌کند. گردباد با غرش کر کننده‌ای هرچه راکه بر سر راهش باشد، از درختان و خانه‌ها گرفته تا خاک و اتومبیلها و انسانها را به هوا بلند می‌کند و می‌چرخاند.

ده دقیقه بعد، همه چیز تمام می‌شود. خرطوم باد دوباره خود را به داخل ابرها می‌کشد و روی زمین نواری از خرابی به عرض ۵۰ تا ۴۰۰ متر و چندین کیلومتر طول به جا می‌گذارد.

گردباد زمانی ایجاد می‌شود که دو تودهٔ هوا با دما و رطوبت گوناگون با یکدیگر برخورد می‌کنند و لایهٔ هوای گرمتر خود را زیر لایهٔ هوای سردتر جای می‌دهد. هوای گرم معمولاً به بالا صعود می‌کند و ضمن صعود، حرارت از دست می‌دهد و قطرات آب را می‌سازد که به صورت باران بر زمین فرو می‌ریزند. ولی اگر بادی جانبی پدید آید که هوای گرم در حال صعود را منحرف کند، هوای گرم با سرعتی حدود ۴۵۰ کیلومتر بر ساعت شروع به چرخش حول محور خود می‌کند. در این حال، پیوسته شعاع چرخش کمتر و سرعت آن بیشتر می‌شود، درست مانند کسی که پاتیناژ بازی می‌کند و برای چرخش سریعتر به دور خود، دستهایش را به بدنش می‌چسباند.

آیا گردباد در همه جا هست؟

گردباد در همه جا وجود دارد. ولی اغلب گردبادها آن قدر کوچک و بی‌خطرند که به ندرت موجب بروز حوادث ناگوار می‌شوند. حتماً تاکنون بارها دیده‌اید که گردبادی کوچک روی خیابان یا مزرعه تعدادی برگ درخت را مانند پروانه به پرواز در می‌آورد. البته گه‌گاه در نقاط مختلف جهان گردبادهای نیرومندتری نیز رخ می‌دهد که موجب بروز خساراتی از قبیل کنده‌شدن شیروانی خانه‌ها، شکستن شیشهٔ پنجره‌ها و یا حتی خسارات جانی می‌شود.

بر طبق محاسبهٔ دانشمندان آمریکایی انرژی یک

گردباد شدید استوایی می‌تواند برق مصرفی غرب اروپا را به مدت پنج ماه تأمین کند.

این گردبادهای استوایی بیشتر در تابستان بر فراز اقیانوس اطلس یا اقیانوس آرام ایجاد می‌شوند؛ در تابستان، آبهای گرم موجب گرم شدن هوای این مناطق می‌شوند. این نوع گردباهای استوایی با قطری بین ۵۰۰ تا ۹۰۰ کیلومتر، به نحو چشمگیری بزرگتر از گردبادهای معمولی‌اند. سرعت عبور تنورهٔ آنهاممکن است تا ۵۰۰ کیلومتر بر ساعت برسد. قدرت تخریب این گردبادها در سرعت باور نکردنی آنها نهفته است.

چشم گردباد استوایی چیست؟

در مرکز هر گردباد استوایی «چشم گردباد» قرار دارد که گاه چندین کیلومتر عرض دارد. «چشم گردباد» محور مرکزی گردباد است که باد با سرعتی زیاد گرد آن می‌چرخد. در خودِ چشم هوا تقریباً آرام و بسیار گرم است. چشم گردباد برای بسیاری از انسانها فاجعه‌آمیز و مصیبت‌بار بوده است. هنگامی که گردباد استوایی شروع می‌شود، مردم محل امنی را برای پناه گرفتن می‌یابند تا در برابر گردباد تاب آورند. در بسیاری از مواقع، وقتی که ناگهان از شدت گردباد کاسته می‌شود و هوا تقریباً آرام می‌گردد، برخی از مردم فکر می‌کنند که خطر رفع شده است و جان پناه‌های خود را ترک می‌کنند. اما همین‌کار به نابودی آنان منجر می‌شود. زیرا اندکی بعد نیمهٔ دیگر گردباد از راه می‌رسد و آنان را به شدت از جا می‌کند و در هوا می‌چرخاند و قدری دورتر بر زمین می‌کوبد. تعداد بسیار کمی از کسانی که این اشتباه را می‌کنند، زنده می‌مانند.

گردباد استوایی نیز همچون زلزله، وقتی که با آب بپیوندد، خطرناکتر می‌شود. گردبادی استوایی که از سمت دریا به ساحل نزدیک می‌شود، توده‌های عظیمی از آب را پیش می‌راند. گردبادهای استوایی اغلب با بارانهای سیل آسا همراه‌اند. هنگامی که این بارانها با توده‌های عظیم آب در هم آمیزند، طغیان آب همهٔ مناطق ساحلی را فرا می‌گیرد وهمه چیز را نابود می‌کند.

یکی از شدیدترین گردبادهایی استوایی در هشتم سپتامبر ۱۹۰۰ میلادی [۱۷ شهریور ۱۲۷۹ ه . ش.] بندر «گالوستون» را در آمریکا نابود کرد. این شهر برروی باریکه‌ای از خشکی بین خلیج کوچک گالوستون و «خلیج مکزیکو» بنا شده بود و بلندترین نقطهٔ آن از سطح دریا فقط ۱/۴۰ متر ارتفاع داشت. شهر گالوستون با دو پل به خشکی اصلی وصل می‌شد.

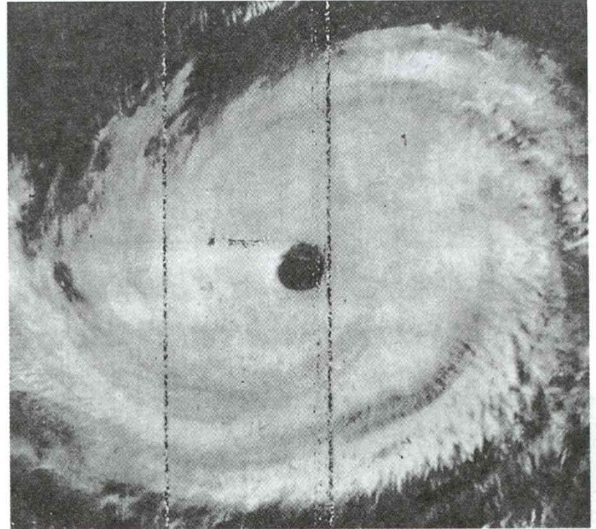
گالوستون چگونه نابود شد؟

روز فاجعه با باران شدیدی آغاز شد که طوفان را در پی داشت. به دلیل کاهش تدریجی فشار هوا، رئیس ایستگاه هواشناسی محلی تلاش کرد ساکنان جزیره را وادار به ترک جزیره کند، اما این تلاش بی‌حاصل بود. بالاخره بعدازظهر گردباد استوایی از راه رسید. گردباد با سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر



تصویر ماهواره‌ای زمین از ارتفاع ۳۰ هزار کیلومتری. در خلیج مکزیک و در میانهٔ اقیانوس آرام دو گردباد استوایی در چرخش‌اند. هوای آمریکا خوب و صاف است. خطوط سفیدی که محدودهٔ ایالات و کشورهای مختلف را در دو نیم قارهٔ آمریکا نشان می‌دهد، بعداً برروی این تصویر ماهواره‌ای رسم شده است.

ساعت از جاده‌ها و خیابانها گذشت. تیرهای تلفن همچون چوب کبریت می‌شکستند، خانه‌ها از هم می‌پاشیدند و اشیا و قطعاتی که در هوا می‌چرخیدند، با مردم در حال فرار برخورد می‌کردند. هیچ راه فراری نبود. هر دو پلی که جزیره را به خشکی اصلی ارتباط می‌داد، در هم شکسته شد. هرچه از گردباد جان سالم به در برده بود، در طغیان آب دریا نابود شد.



چشم گردبادی استوایی بر فراز اقیانوس اطلس. این تصویر توسط یک ماهوارهٔ هواشناسی از ارتفاع پنج هزار کیلومتری برداشته و توسط رصدخانه بوخوم در آلمان دریافت شده است.

هفت ساعت بعد، از شدت گردباد و طوفان دریا کاسته شد اما دیگر خیلی دیر بود. بندر پررونق گالوستون به خرابه‌ای تبدیل شد. پنج هزار تن مجروح و شش هزار تن کشته شدند. جسد بسیاری از کشته‌شدگان نیز هرگز پیدا نشد.

در سال ۱۹۵۹ گردبادی استوایی شهر «ناگویا» را در ژاپن نابود کرد و بیش از ۵۳۰۰ نفر را از بین برد. در واقع بزرگترین فاجعهٔ طبیعی کرهٔ زمین را در طول دوران تاریخی، گردبادی استوایی ایجاد کرده است. در نوامبر ۱۹۷۰ میلادی [اواسط آبان ۱۳۴۹ هـ. ش.] در خلیج بنگال گردبادی استوایی پدیدار شد و با سرعتی دیوانه‌وار به سوی مصب رود گنگ در جنوب بنگلادش روان شد. آبهای مصب این رودخانه که گردباد آنها را به سمت بالای رودخانه رانده بود و باران شدیدی که گردباد استوایی را همراهی می‌کرد، ۸۰۰ هزار کیلومتر مربع خاک [یعنی تقریباً برابر با نیمی از وسعت ایران] را زیر آب برد. در این فاجعه ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار نفر جان خود را از دست دادند.

گردبادهای استوایی از برادران کوچک خود، یعنی گردبادهای معمولی کمیاب‌ترند. سالانه حدود ۱۰۰ گردباد استوایی پدید می‌آید که $\frac{1}{10}$ آنها در آمریکای شمالی و اطراف آن بروز می‌کند.

این کودکان با یک قایق نجات داده شدند. ولی بسیاری از ساکنان این روستای کوچک در بنگلادش در گردباد استوایی سال ۱۹۷۰ که با بارانهای سیل‌آسا همراه بود، کشته شدند.





بندرگاه یک شهرک در ساحل شرقی ایالات متحدهٔ آمریکا پس از عبور یک گردباد استوایی

انسانها مقابله با طوفانهای مرگبار را آغاز کرده‌اند. اکنون

چگونه گردبادهای استوایی را زیر نظر می‌گیرند؟

ماهواره‌های هواشناسی از هر ابر مشکوکی عکسبرداری می‌کنند. همچنین هواپیماها تا درون چشمِ گردباد استوایی پرواز می‌کنند تا اطلاعات دقیقتری دربارهٔ گردباد به دست آورند. این اطلاعات به کامپیوترها داده می‌شود تا مسیر و مدت وزش گردبادهای استوایی محاسبه شده، به ساکنان مناطقی که در مسیر گردبادند به موقع اخطار داده شود.

مردم سرزمینهای دریای شمال نیز مبارزه با طغیان آب بر اثر طوفان را آغاز کرده‌اند. پس از بلایای سال ۱۹۵۳ در انگلستان و هلند و طغیان آب رودخانهٔ «البه» در هامبورگ در سال ۱۹۶۲، خاکریزها و سدهای قدیمی تقویت شد و ارتفاعشان افزایش یافت. سدها و حصارهای جدیدی نیز ساخته شد و سازواره‌های جدیدی نیز برای اخطار به کار گرفته شد.

بعدها ثابت شد که صرف این بودجهٔ سنگین، بیهوده نبوده است. در سال ۱۹۷۶ میلادی [۱۳۵۵ هـ . ش.] طوفانی از شمال شرق با سرعت ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت بر فراز دریای شمال پدیدار شد و جریان تخلیهٔ آبها در زمان جزر و مدّ را مختل کرد. هنگامی که زمان مدّ بعدی رسید، آب چند سانتی‌متر بیشتر از سالهای ۱۹۵۳ و ۱۹۶۲ بالا آمد ولی فاجعه‌ای رخ نداد. با رادیو، تلویزیون و بلندگو از مردم مناطق در معرض خطر خواسته شد که خود را به نقاط امن برسانند. البته چند سد شکست، یک خط آهن زیر آب رفت و تعدادی خانه را آب برد. ولی هیچ‌کس در آلمان فدرال کشته نشد و در انگلستان نیز فقط ۲۰ نفر قربانی شدند.



سوارشدن زوجهای جانداران بر کشتی نوح قبل از شروع طوفان بزرگ نوح

سیل و سیلاب

اولین بلای طبیعی شناخته شده کدام است؟

«در ششصدمین سال زندگی حضرت نوح (ع) تمام چشمه‌های عمیق زمین سرباز کردند و پنجره‌های آسمان باز شدند و بارانی آمد که چهل روز و چهل شب ادامه داشت. آبها آن‌قدر افزایش یافتند که تمام کوههای بلند، ۱۵ ذرع زیر آب رفتند. آن‌گاه هر جانداری که بر روی زمین بود، از پرندگان، حیوانات اهلی و جانوران وحشی گرفته تا خزندگان و حشرات و انسانها غرق شدند و ۱۵۰ روز تمام، آبهای زمین افزایش بسیار یافتند.» (به نقل از تورات)

طوفان نوح در تورات، انجیل، قرآن و دیگر کتابهای مقدس و داستانها و سروده‌های اغلب اقوام زمین، تقریباً به همین نحو توصیف شده است. امروزه هیچ‌کس شک ندارد که این گزارشها براساس پدیده‌ای واقعی نقل شده‌اند. مثلاً شاید براساس سیل عظیمی در دوران قبل از تاریخ؛ طوفان نوح احتمالاً اولین بلای طبیعی عظیمی بوده که انسان دچار آن شده است.

سیلها امروزه نیز خطری تهدیدآمیزند. در پانزدهم اوت ۱۹۵۲ میلادی [۲۴ مرداد ماه ۱۳۳۱ هـ . ش.]

شهرک ساحلی «لینموث» و بخشهایی از بندر آن پس از بارش بسیار شدید باران دچار سیل شد. امواج خروشان دریا که با باران تقویت شده بود، کیلومترها به داخل خشکی پیشروی و بسیاری از خیابانها و خانه‌ها را نابود کرد. سیلاب درختان را از ریشه در آورد و سنگهای بزرگ را به داخل درهٔ تنگ راند، به‌طوری که آب در پشت این سنگها و درختها در دره انباشته شد. آب، بسیاری از کسانی را که دوران مرخصی و استراحت خود را در هتلها و پانسیونهای ساحل رودخانهٔ کوچک این دره می‌گذراندند، در خواب محاصره کرد و همهٔ راههای فرار را بر رویشان بست. با مداد روز بعد، سدها نیز شکسته شدند و سیلاب خرابیهای بیشتری به بار آورد. در این فاجعه ۳۴ تن جان خود را از دست دادند.

یک دهه قبل نیز سیل دیگری ایالت باسک را در خلیج بیسکای در برگرفت. در ۲۶ اوت ۱۹۸۳ میلادی [۴ شهریور ماه ۱۳۶۲ هـ . ش.] رگبار شدیدی در شهر بیلبائو (مرکز ایالت باسک اسپانیا) آغاز شد و در پی آن باران بسیار شدیدی بارید. قطر هریک از قطره‌های باران تا یک سانتی‌متر می‌رسید. رودخانه‌هایی که در این مناطق پست به اقیانوس اطلس می‌ریزند، طغیان کردند. سیلاب، کیلومترها از زمینهای این مناطق را پوشاندند. آسفالت خیابانها و جاده‌ها شکاف برداشت، پلها و خانه‌ها در هم فرو ریخت و دامها در مراتع و آخورها غرق شدند.

هوا تا پنج روز طوفانی بود. همهٔ منطقه چندین متر زیر آب رفت. همهٔ وسایل نقلیهٔ آبی، از قایق بادی لاستیکی گرفته تا قایقهای پارویی و خودروهای آب - خاکی و ناوهای نیروبر نیروی دریایی و ناوگان ماهیگیری مناطق همجوار به کار گرفته شد تا انسانهایی را که در محاصرهٔ سیلاب بودند، نجات دهند. هلی‌کوپترها روز و شب در پرواز بودند و ساکنان منطقه را از بام خانه‌ها، نوک درختان و قلهٔ تپه‌های کوچک به مناطق امن منتقل می‌کردند. با این همه، ۴۹ تن از این کمکها سودی نبردند و غرق شدند.



رگبار شدید و بارش مداوم باران در تابستان ۱۹۸۳ میلادی شهر بیلبائو (مرکز ایالت باسک اسپانیا) و حومهٔ آن را نابود کرد. ۴۹ نفر در این سیل غرق شدند.

اگر یخهای قطبی ذوب شوند چه اتفاقی می‌افتد؟

گذشته از طوفان، زلزله و آتشفشان، آب نیز که همواره ماده‌ای حیاتی است، گاهی به دشمنان انسان می‌پیوندد. همچنین بزرگترین بلای طبیعی قابل تصور که تمام سیلها در مقایسه با آن کوچک به نظر می‌رسند، به آب مربوط است. در آخرین دوران یخبندان که بین ۱۵ تا ۱۰ هزار سال پیش به پایان رسید، بخشهای عظیمی از نیمکرهٔ شمالی پوشیده از یخچالهای طبیعی بود. برخی از پژوهشگران احتمال می‌دهند که دوران جدیدی از یخبندان آغاز شود و لایه‌های یخ بخش وسیعی از زمین را فرا گیرد. از سوی دیگر، برخی از پژوهشگران معتقدندکه درپی هر دوران یخبندان، دورانی گرم از راه می‌رسد. در این صورت گرما توده‌های عظیم یخ قطبها و یخچالهای طبیعیِ کوهستانهای مرتفع راذوب خواهدکرد. آبهای حاصل از ذوب یخها ازکوهها جاری خواهد شد و به دریاها خواهد ریخت و ارتفاع سطح آبها در سراسر کرهٔ زمین حدود ۵۵ متر افزایش خواهد یافت. [در این صورت بخشهای وسیعی از جنوب ایران شامل جلگهٔ خوزستان، کرانه‌های خلیج فارس، کرانه‌های دریای عمان و همهٔ جزایر جمهوری اسلامی ایران در خلیج فارس، همچنین بخشهای مهمی از سواحل دریای خزر و همهٔ دشت گرگان زیر آب خواهد رفت. م.]



سیل درایالت ولز انگلستان. تابلوی کنده‌کاری روی چوب از سال ۱۹۰۷ میلادی.



گوسفندان هراسان در جزیره‌ای که بر اثر سیل سال ۱۹۶۰ در انگلستان به وجود آمد.

خشکسالی

خشکسالیهای بزرگ در کجا رخ می‌دهند؟

کودکان ساکت و خاموش در گوشهٔ کلبهٔ حصیری، کنار یکدیگر کز کرده بودند. چشمهایشان در تب می‌سوخت. پوستشان شل و وارفته و شکمهایشان باد کرده بود.

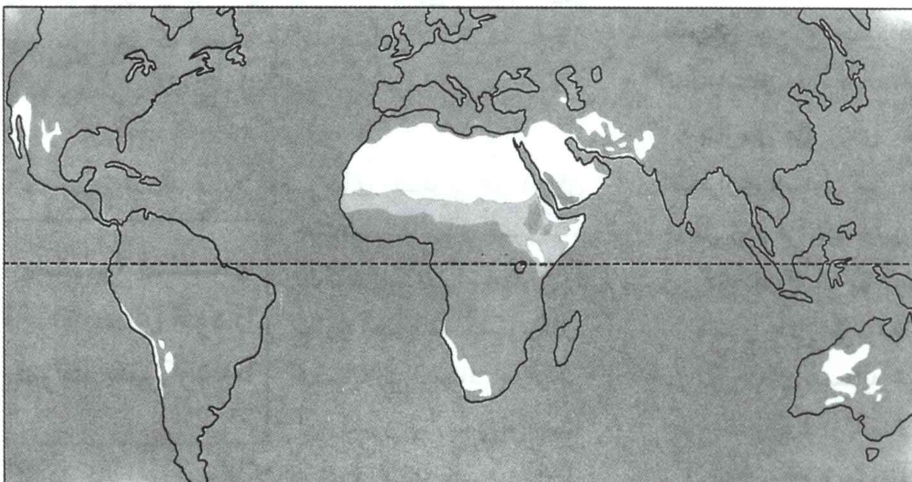
مادر کنار آنها نشسته بود. همگی با زبان بی‌زبانی از هر رهگذری که از کنار کلبه عبور می‌کرد، چیزی برای خوردن می‌خواستند. نیروی سخن گفتن برای آنها نمانده بود. مادر و فرزندانش آرام و خاموش در انتظار مرگ بودند.

در سالهای ۱۹۷۳ و ۱۹۷۸ چنین صحنه‌های دردناکی بارها و بارها در منطقهٔ ساحل[1] (در شمال آفریقا)، جنوب صحرای آفریقا، اتیوپی و تمام آفریقای مرکزی و کمان بزرگی تا هندوستان به چشم می‌خورد. در آن سالها بلای وحشتناکی به نام خشکسالی و قحطی نازل شده بود.

خشکسالی آهسته و تقریباً پنهانی می‌آید. هیچ چیز ترسناکی مانند زلزله یا آتشفشان رخ نمی‌دهد و هیچ اتفاقی نمی‌افتد. فقط باران نمی‌بارد. پیش از آنکه «مرگ خشک» بر منطقهٔ ساحل سایه افکند، پنج سال تمام تقریباً هیچ بارانی نبارید و در سال ۱۹۷۳ میلادی بارش باران کاملاً قطع شد.

خشکسالی، قحطی نیز در پی داشت. روغن، شیر، آرد غلات و گوشت نایاب شد. در رودخانه‌ها فقط باقیماندهٔ ناچیزی از آبهای آلوده دیده می‌شد. محصولات کشاورزی بر اثر گرمای شدید کاملاً خشک شدند. گاوها، گوسفندان و بزها علوفه‌ای برای خوردن نمی‌یافتند و هرروز گلّه گلّه می‌مردند. ۴۰ میلیون انسان بر اثر قحطی در آستانهٔ مرگ بودند. تنها در ایالت «وولو»[2] در اتیوپی روزانه ۲۰۰ نفر بر اثر گرسنگی جان می‌باختند. هیچ کس آمار دقیق مردگان را نمی‌داند.

حرص و طمع و سودجویی انسان نیز بر قطحی و خشکسالی افزوده شد. دزدان مسلح به روستاییانی که از شدت ضعف و گرسنگی قدرت دفاع از خود را نداشتند حمله می‌بردند و هرچه می‌یافتند، غارت می‌کردند. هرکس هم در برابر آنها مقاومت می‌کرد، کشته می‌شد. آنهایی هم که برای فرار از قحطی و خشکسالی و دزدان به سمت جنوب ـ که هنوز دچار خشکسالی نشده بود ـ رهسپار می‌شدند، وضعی بهتر از آن نداشتند. بومیان ساکن جنوب آنها را به چشم دشمن می‌نگریستند. از این رو بسیاری از مهاجران نیز به کام مرگ فرو رفتند.



این نقشه کویرهای خشک و سوزان کرهٔ زمین را (به رنگ سفید) نشان می‌دهد. منطقهٔ ساحل (زرد) در کنارهٔ جنوبی صحرای آفریقا به دلیل کمبود آب و بارندگی، شدیداً در معرض خشکسالی و قحطی است.

---

۱) Sahel

۲) Wollo



این دختربچهٔ اتیوپیایی توانست با پدر و مادر خود از خشکسالی و قحطی به اردوگاه دولت پناه برد. اما بسیاری از ساکنان منطقهٔ ساحل خیلی ضعیف‌تر از آن بودند که بتوانند فرار کنند. آنها در روستاهای خود یا در راه مهاجرت به مناطق پرآب‌تر جان سپردند.

خشکسالی همهٔ مناطقی را که در کناره‌های کویر واقع شده‌اند، تهدید می‌کند. به دلیل دوری از رودخانه‌ها، ساکنان آنها برای کشاورزی به باران متکی‌اند.

به همین ترتیب بود که در سال ۱۹۸۳ در جنوب آفریقا، خشکسالی بزرگی رخ داد. چنین خشکسالی بزرگی از ۳۰۰ سال پیش بی‌سابقه بود. ابتدا چهارپایان مردند و سپس مزارع خشک شدند. بیش از نیمی از زیمبابوه (رودزیای سابق) در آستانهٔ تبدیل شدن به کویر بود. سرزمینی که همیشه غلات صادر می‌کرد، ناچار شده بود مواد غذایی وارد کند.

چرا فیلها چراگاههای خود را ترک می‌کردند؟

آب کم شد، قبلاً آفریقای جنوبی در دوران خشکسالیهای بزرگ، تانکرهای آب آشامیدنی را با راه‌آهن به کشورهای همسایه می‌فرستاد. اما دیگر آن کشور نیز نمی‌توانست کمک کند زیرا آب اندک موجود، برای مصرف داخل کشور ضروری بود.

دنیای جانوران وحشی نیز از خشکسالی در امان نماند. گله‌های بزرگ فیل در مسیر رودخانهٔ زامبزی از کنار آبشار ویکتوریا به سمت کشور زامبیا کوچ کردند، زیرا دیگر علوفه‌ای در زیمبابوه نمی‌یافتند. نگاهبانان زامبیایی محیط زیست با نگرانی به این مهاجرتهای دسته‌جمعی می‌نگریستند. فیلها در مسیر خود درختها را از جای در می‌آوردند و باغهای کوچک موز کشاورزان و آبخورها و چشمه‌های کوچک را زیر قدمهای سنگین خود له می‌کردند. بدین‌ترتیب برای اینکه انسان زنده بماند، بایستی فیلها کشته می‌شدند.

سازمان ملل برای کاهش سختیهای این وضعیت اضطراری هزاران تن مواد غذایی به این سرزمین قحطی‌زده فرستاد. ولی بسیاری از مردم پیش از رسیدن این کمکها، از شدت گرسنگی جان سپردند.

انسان حتی می‌تواند به ماه سفر کند و بدون حضور در سیاره‌های همسایه خیلی چیزها دربارهٔ آنها بداند ولی هنوز نمی‌تواند از عهدهٔ نیروهای طبیعی سیارهٔ خود برآید. در واقع زمین ناآرام ما، از ما قویتر است.